



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Informática

PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA FÁBRICA DE HARINAS NTRA. SRA. DEL VALLE.

Autor: Jorge García de Pedro

Tutor: Germán Gutiérrez Sánchez

Leganés, Julio de 2014

Título: Reconstrucción virtual de la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle

Autor: Jorge García de Pedro

Director: Germán Gutiérrez Sánchez

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día ____ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de:

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

Agradecimientos

A mis padres por la paciencia infinita que han mostrado todo este tiempo.

A mi novia, Ana, por todo el apoyo incondicional que me ha dado en momentos difíciles.

A mi tutor Germán, por la ayuda dada y la libertad de actuación otorgada en el desarrollo de este proyecto.

A Blas Torres, al Ayto. De Fuerte del Rey (Jaén) y a todos aquellos que en mayor o menor medida han contribuido a que este proyecto haya salido adelante.

Resumen

El presente proyecto aborda el proceso completo de la reconstrucción virtual de la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle, situada en la localidad de Aldea del Rey (Ciudad Real, España).

Actualmente dicha infraestructura, se encuentra en estado de abandono y sin actividad. De hecho el estado de abandono es tan continuado que se está considerando pasarlo al estado de ruina.

Mediante este proyecto se pretende llevar a cabo una reconstrucción virtual casi completa de la fábrica. Con dicha reconstrucción virtual se crea un testigo virtual. Así, en el caso de que la fábrica termine desapareciendo parcial o completamente, se puede por un lado recrear, estudiar, contemplar y divulgar el aspecto, distribución y funcionamiento de la fábrica.

Para llevar a cabo este trabajo se ha desarrollado un trabajo de diseño virtual para llevar a cabo esto ha sido necesario realizar: i) la creación del modelo geométrico; ii) el sistema de iluminación; iii) el texturizado de los elementos; iv) y finalmente el renderizado de imágenes virtuales finales. Para implementar dicho diseño se empleó un software de diseño 3D (concretamente el “Autodesk 3Ds Max 13”). El renderizado de imágenes virtuales finales, se ha llevado a cabo mediante el uso del motor de render “Mental Ray” integrado en este software. Asimismo, se ha empleado un software de diseño 2D (concretamente “GIMP”) para la creación de los mapas de texturas de los diversos elementos del modelo 3D.

Este proyecto abarca las siguientes fases: i) fase de documentación previa a la generación de imágenes virtuales finales; ii) la planificación, modelado, iluminación, texturizado y animación del modelo 3D completo.

Este modelo 3D reconstruye prácticamente en su totalidad la fábrica de harinas, permitiéndolo tener una clara imagen del estado de esta cuando permanecía en completo funcionamiento.

Palabras clave: 3D, reconstrucción, diseño, animación, fábrica, patrimonio industrial, 3ds Max

Abstract

The present project faces the complete process which involves the virtual reconstruction of the Flour factory “Ntra. Sra. Del Valle”, placed in the Spanish village of Aldea del Rey (Ciudad Real, Spain).

Currently this infrastructure is in a state of neglect and inactivity. In fact the abandonment of this building is so pronounced that it's being studied to pass into ruin.

This project aims to conduct a nearly complete virtual reconstruction of this factory. With this reconstruction we create a virtual witness to it. Thus, in case that building disappears partially or completely, one can recreate aspect contemplated and studied the distribution and operation of the plant.

To carry out this work we have developed a virtual design work to accomplish this has been necessary to do: i) the creation of the geometric model; ii) the lighting system; iii) the texturing of the elements; iv) and finally the final rendering of virtual images. To implement this design, we have used a 3D design software (specifically the "Autodesk 3Ds Max 13") The final rendering of virtual images has been carried out using the render engine "Mental Ray" built into this software. It has also been employed a 2D design software (specifically "GIMP") for creating texture maps for the different elements of the 3D model.

This project includes the following phases: i) pre-generation of final virtual image documentation ii) planning, modeling, lighting, texturing and animation of the full 3D model. This 3D model reconstructed almost entirely the flour factory allowing a clear picture of the status of this when it remained completely operative.

Keywords: 3D, reconstruction, design, animation, factory, industrial heritage, 3ds Max

Índice general

1	INTRODUCCIÓN	17
1.1	FASES DE DESARROLLO	17
2	OBJETIVOS.....	22
2.1	MOTIVACIÓN	22
2.2	DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	23
3	ESTADO DEL ARTE.....	25
3.1	RECONSTRUCCIÓN AUTOMATIZADA	25
3.2	RECONSTRUCCIÓN MANUAL.....	27
3.3	DESARROLLO DE ENTORNOS VIRTUALES 3D	29
3.4	RECONSTRUCCIÓN DE PATRIMONIO INDUSTRIAL HARINERO	30
4	ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN.....	32
4.1	EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA EDIFICACIÓN.....	32
4.2	ANÁLISIS DEL ESTADO EXTERNO DE LA INFRAESTRUCTURA.....	32
4.3	EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA.....	35
4.4	CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS	43
5	DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN	44
5.1	DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO	44
5.2	DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINARIA	44
6	MEDIOS EMPLEADOS	46
6.1	HERRAMIENTAS FÍSICAS	46
6.2	HERRAMIENTAS DE SOFTWARE.....	47
7	DOCUMENTACIÓN.....	48
8	CREACIÓN DEL MODELO.....	51
8.1	MODELADO DEL EDIFICIO	52
8.2	ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO.....	99
8.3	TEXTURIZADO DEL EDIFICIO.....	111
8.4	MODELADO DE LA MAQUINARIA	142
8.5	TEXTURIZADO DE LA MAQUINARIA	163
9	DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES.....	175
9.1	IMÁGENES ESTÁTICAS	175

ÍNDICE GENERAL

9.2	IMÁGENES 360.....	178
9.3	IMÁGENES ANAGLÍFICAS	179
9.4	ANIMACIONES	179
10	GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES.....	186
10.1	GENERACIÓN DE IMÁGENES ESTÁTICAS.....	186
10.2	GENERACIÓN DE IMÁGENES DE 360°.....	188
10.3	GENERACIÓN DE IMÁGENES ANAGLÍFICAS.....	188
10.4	GENERACIÓN DE VIDEOS ANIMADOS	189
11	ESTRUCTURA DE ARCHIVOS	193
12	PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO	196
12.1	PLANIFICACIÓN TEMPORAL	196
12.2	PRESUPUESTO.....	198
12.3	HERRAMIENTAS DE TRABAJO	199
13	CONCLUSIONES.....	205
14	LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO	207
15	REFERENCIAS.....	210
16	GLOSARIO	212
	ANEXOS	214
	ANEXO I: INFORMACIÓN SOBRE LA FÁBRICA DE HARINAS NTRA. SRA. DEL VALLE ..	215
16.1	HISTORIA.....	215
16.2	DESCRIPCIÓN.....	217
16.3	FUNCIONAMIENTO.....	219
	ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN	227
16.4	PLANOS ORIGINALES	227
16.5	PLANOS EDITADOS	230
	ANEXO III: ESTUDIO DEL SOFTWARE EMPLEADO	235
16.6	DISEÑO 3D	235
16.7	DISEÑO 2D	236
16.8	SUITES OFIMÁTICAS.....	236
16.9	ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	237
	ANEXO IV: IMÁGENES RESULTANTES DE LAS PRUEBAS DE ILUMINACIÓN.....	239

Índice de figuras

FIG. 1 - MODELO DE DESARROLLO EN CASCADA DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE (IZQ.) Y MODELO PLANTEADO PARA NUESTRO PROYECTO (DCHA.).....	18
FIG. 2 - MODELO DEL PROCESO DE CREACIÓN DEL MODELO 3D	20
FIG. 3 - RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DEL TEMPLO ÍBERO DE A ILLETA DELS BANYETS (EL CAMPELLO, ALICANTE). (APARICIO RESCO, 2014)	25
FIG. 4 - LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO DE LA ESTATUA DE LORD BOTETOURT EN EL COLLEGE OF WILLIAM AND MARY (WILLIAMSBURG, VIRGINIA, EE.UU.) (TRIPLETT, 2014).....	26
FIG. 5 - EJEMPLO DE RECONSTRUCCIÓN EMPLEANDO DATOS RECOPIADOS MEDIANTE ESCÁNER LIDAR. (FARFIELD TECHNOLOGY, 2002)	27
FIG. 6 - MODELADO DE UN ROSTRO FEMENINO A PARTIR DE ORTOFOTOS. (AD CREATIVO, 2009).....	28
FIG. 7 - MODELADO DE UN 65 SHELBY COBRA 427 A PARTIR DE PLANOS. (BEKERMAN, 2013)	29
FIG. 8. - RECONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINARIA DEL MOINHO MARÉ DE CORROIOS. (VFX PORTUGAL, 2009)	31
FIG. 9 - MODELO 3D DE PUNTOS A COLOR DE LA FÁBRICA DE HARINAS SAN ANTONIO DE MEDINA DE RIOSECO (VALLADOLID), OBTENIDO CON EL ESCÁNER DE LARGO ALCANCE ILRIS3D OPTTECH. (FERNÁNDEZ, REVILLA, & SAN JOSÉ, 2011).....	31
FIG. 10 - ESQUEMA DE DESPERFECTOS DE LA FÁBRICA. MODIFICACIÓN REALIZADA SOBRE EL PLANO ORIGINAL MOSTRADO EN <i>ARQUITECTURA PARA LA INDUSTRIA EN CASTILLA-LA MANCHA</i> ESPECIFICANDO LAS ÁREAS AFECTADAS POR LAS FILTRACIONES.....	33
FIG. 11 - ESTADO DE LA PROCESADORA DE SALVADOS, SE APRECIA SOBRE ESTA CÓMO SE ESTÁ DESPRENDIENDO DE LA PARED.	34
FIG. 12 - IMAGEN DEL CICLÓN DESPRENDIDO (IZQ.) Y DE LOS ESCOMBROS PRECIPITADOS SOBRE LA DESCHINADORA (DCHA.).	34
FIG. 13 - BOQUETES PRODUCIDOS POR LOS DESPRENDIMIENTOS EN SUELO Y TECHO DEL ALA SUR DE LA PLANTA PRIMERA.	35
FIG. 14 - ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA BAJA. SE HAN AÑADIDO LOS ELEMENTOS NUMERADOS AL PLANO ORIGINAL PARA INDICAR LA DISPOSICIÓN DE LA MAQUINARIA....	38
FIG. 15 - ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA PRIMERA. SE HAN AÑADIDO LOS ELEMENTOS NUMERADOS AL PLANO ORIGINAL PARA INDICAR LA DISPOSICIÓN DE LA MAQUINARIA....	40
FIG. 16 - ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA SEGUNDA. SE HAN AÑADIDO LOS ELEMENTOS NUMERADOS AL PLANO ORIGINAL PARA INDICAR LA DISPOSICIÓN DE LA MAQUINARIA....	42
FIG. 17 - ESQUEMA DE RECONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINARIA. POR PLANTAS (IZQ.) Y PLANTA BAJA (DCHA.).	45
FIG. 18 - MODELO DEL PROCESO DE CREACIÓN DEL MODELO 3D	51

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 19 – DETALLES DE LOS RELIEVES DE LAS VENTANAS DE LAS PLANTAS PRIMERA (IZQ.) Y SEGUNDA. (DCHA.).....	52
FIG. 20 - DETALLE DE LAS CORNISAS DE LA ESQUINA SURESTE.	53
FIG. 21 - IMAGEN DEL RÓTULO DESTRUIDO DEL ENCABEZADO.	53
FIG. 22 - VENTANA DE LA PLANTA BAJA, SE APRECIA EL TESTIGO SITUADO EN EL EXTREMO DERECHO DE LA FOTO.	54
FIG. 23 - DISPOSICIÓN DE LOS PLANOS PRIMITIVOS ANTES DE APLICAR LAS TEXTURAS.	56
FIG. 24 - DISPOSICIÓN DE LOS PLANOS UNA VEZ TEXTURIZADOS. VISTAS ALZADO INTERIOR, PLANTA DE LA PLANTA BAJA Y PERFIL DERECHO (IZQ.). TODOS LOS PLANOS TEXTURIZADOS. (DCHA.)	56
FIG. 25 - VISTA EN PERSPECTIVA DEL LEVANTAMIENTO DE LOS MUROS DEL EDIFICIO PRINCIPAL.	57
FIG. 26 VISTA EN PERSPECTIVA DEL LEVANTAMIENTO DE LOS MUROS DE LOS ALMACENES.	58
FIG. 27 - DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES QUE SE SUSTRARÁN A LOS MUROS PARA CREAR LOS VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS	59
FIG. 28 - VISTA EN PERSPECTIVA DE LOS MUROS DEL EDIFICIO PRINCIPAL CON LAS CORNISAS CREADAS.	59
FIG. 29 - DETALLE DE LOS RELIEVES DE LAS COLUMNAS.	60
FIG. 30 - VISTA COMPARATIVA DEL ENCABEZADO DE LAS COLUMNAS, SENCILLA (IZQ.) Y COMPLEJA (DCHA.).	61
FIG. 31 - DISTRIBUCIÓN DE LAS COLUMNAS EN LA FACHADA DEL EDIFICIO PRINCIPAL.	61
FIG. 32 - VISTA DETALLE DE LOS ORNAMENTOS DE LAS VENTANAS FRONTALES DE LA PLANTA BAJA.	62
FIG. 33 VISTA DETALLE DE LOS ORNAMENTOS DE LAS VENTANAS FRONTALES DE LA PLANTA PRIMERA.	62
FIG. 34 VISTA DETALLE DE LOS ORNAMENTOS DE LAS VENTANAS FRONTALES DE LA PLANTA SEGUNDA.	63
FIG. 35 - RECONSTRUCCIÓN DEL CUERPO CENTRAL DEL ENCABEZADO DE LA FACHADA.	63
FIG. 36 - VISTA DEL ENCABEZADO COMPLETO (IZQ.) Y DETALLE DE LA PILASTRA LATERAL (DCHA.).	64
FIG. 37 - LA LÍNEA ROJA INDICA EL TRAZADO QUE SEGUIRÁ LA EXTRUSIÓN DEL CORTE DE LA BASE DE CEMENTO.	64
FIG. 38 - SPLINE QUE FORMA LA SILUETA A EXTRUIR A LO LARGO DEL CAMINO.	65
FIG. 39 - VISTA SUPERIOR CON LA BASE DE CEMENTO INSERTADA, LA CUAL SE APRECIA EN VIOLETA CLARO.	65
FIG. 40 - SPLINE QUE CONFORMA EL PERFIL DEL OBJETO A TORNEAR (IZQ.) Y BALAUSTRADO CREADO TRAS APLICAR EL MODIFICADOR <i>LATHE</i> (DCHA.).	66
FIG. 41 - DETALLE DEL PASAMANO DE LA BALAUSTRADA.	66
FIG. 42 - VISTA SUPERIOR CON EL ENCABEZADO SUPERIOR Y LA BALAUSTRADA CREADOS.	67
FIG. 43 - DETALLE DEL TRAMO NORTE DEL ANTEPECHO DE LA AZOTEA.	67
FIG. 44 - VISTA SUPERIOR CON EL CONJUNTO DE ENCABEZADO, BALAUSTRADA Y ANTEPECHO COMPLETOS.	68
FIG. 45 - VISTA LATERAL DERECHA DE LA ESTRUCTURA CENTRAL DE VIGAS DEL ALMACÉN NORTE.	68
FIG. 46 VISTA EN PERSPECTIVA DE LA ESTRUCTURA COMPLETA DE VIGAS DEL ALMACÉN NORTE.	69
FIG. 47 - VISTA DE LOS PUNTALES DEL ALMACÉN SUR (IZQ.) Y VISTA CON LOS LARGUEROS INCLUIDOS (DCHA.).	69
FIG. 48 - VISTA DEL ENTRAMADO DE VIGAS DEL ALMACÉN SUR (IZQ.) Y VISTA GENERAL DE LOS ENTRAMADOS DE AMBOS ALMACENES (DCHA.).	70
FIG. 49 - VISTA EN PERSPECTIVA DE LOS ALMACENES CON LOS TEJADOS CREADOS.....	70
FIG. 50 - VISTA DEL ARCO SUPERIOR Y EL MARCO DE LA PUERTA DE ENTRADA.	71
FIG. 51 - VISTA FRONTAL (IZQ.) DE LA PUERTA PRINCIPAL COMPLETA Y TRASERA (DCHA.).	72
FIG. 52 - VENTANA FRONTAL COMPLETA DE LA PLANTA BAJA.	73
FIG. 53 - - VENTANA FRONTAL SIN CRISTALES DE LA PLANTA PRIMERA.....	73
FIG. 54 FIG. 45 - - VENTANA FRONTAL COMPLETA DE LA PLANTA PRIMERA.	74
FIG. 55 FIG. 45 - - VENTANA TRASERA COMPLETA DE LA PLANTA PRIMERA.	75
FIG. 56 - - VENTANA FRONTAL DE LA PLANTA SEGUNDA. SIN CRISTALES (IZQ.) Y COMPLETA (DCHA.).	75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 57 - VENTANA FRONTAL (IZQ.) Y TRASERA (DCHA.) DE LA SEGUNDA PLANTA.....	76
FIG. 58 - VISTA DE LOS DOS MODELOS DE VENTANAS SUPERIORES DE LOS ALMACENES.....	76
FIG. 59 - VISTA DE LOS SUELOS Y TECHOS DE LAS DIFERENTES PLANTAS.	77
FIG. 60 - VISTA DEL SUELO Y VOLÚMENES DE SUSTRACCIÓN QUE CREARÁN LOS HUECOS DEL SUELO DE LA PLANTA PRIMERA.	78
FIG. 61 - DESCOMPOSICIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL TECHO DE LA PLANTA BAJA / SUELO DE LA PLANTA PRIMERA.	78
FIG. 62 - DESCOMPOSICIÓN ESQUEMÁTICA DEL TECHO DE LA PLANTA SEGUNDA / SUELO DE LA AZOTEA.....	80
FIG. 63 - VISTA DE LAS VIGAS DE SOPORTE QUE SOSTIENEN LA ESCALERA.	81
FIG. 64 - DESCOMPOSICIÓN DE LAS PIEZAS DE UN ESCALÓN (IZQ.) Y RESULTADO FINAL (DCHA.).	81
FIG. 65 - VISTA DEL CONJUNTO DE VIGAS Y ESCALONES CLONADOS.	82
FIG. 66 - VISTA GENERAL DE LA ESCALERA CON AMBOS PASAMANOS Y BALAUSTRÉ INICIAL (IZQ.) Y VISTA DETALLE DEL COMIENZO DE LA BARANDILLA (DCHA.).	82
FIG. 67 - VISTA EN PERSPECTIVA DE LA ESCALERA COMPLETA.	83
FIG. 68 - VISTA DE LA ESTRUCTURA DE ACCESO A LA PLANTA PRIMERA, Y QUE SOSTIENE LA ESCALERA DE ACCESO A LA PLANTA SEGUNDA.....	84
FIG. 69 - VISTA DE LA BARANDILLA DE LA PLANTA SEGUNDA.	84
FIG. 70 - VISTA DEL CONJUNTO DE LA ESCALERA DE ACCESO A LA PLANTA SEGUNDA, INCLUYENDO LA BARANDILLA Y LA ESTRUCTURA DE SOPORTE.	85
FIG. 71 - ESTRUCTURA DE LA ESCALERA DE ACCESO A LA AZOTEA.	85
FIG. 72 - ESCALERA DE ACCESO A LA AZOTEA COMPLETA.	86
FIG. 73 - DESCOMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA CASETA DE ACCESO A LA AZOTEA.	87
FIG. 74 - VISTA DE LA CASETA DE ACCESO A LA AZOTEA EN SU ENTORNO.	87
FIG. 75 - DESCOMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN UNA CHIMENEA (IZQ.) Y CHIMENEA COMPLETA (DCHA.).	88
FIG. 76 - DISTRIBUCIÓN DE LAS CHIMENEAS EN LA AZOTEA.	88
FIG. 77 - VISTA DEL MODELADO DEL TEJADO DE LOS ALMACENES ADYACENTES.	89
FIG. 78 - DESCOMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LOS ALMACENES ADYACENTES (ARRIBA) Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ALMACENES (ABAJO).	90
FIG. 79 - VISTA DEL ESCALÓN DE ACCESO A LA FÁBRICA.	90
FIG. 80 - SPLINE CON LA FORMA A EXTRUDIR PARA EL MODELADO DE LOS ARCOS DEL MUELLE DE CARGA. ..	91
FIG. 81 - MUELLE DE CARGA COMPLETO.	91
FIG. 82 - ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL TEJADO FRONTAL.	91
FIG. 83 - VISTA LATERAL IZQUIERDA DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL TEJADO.	92
FIG. 84 - VISTA DEL PROCESO DE CREACIÓN DEL SPLINE A EXTRUDIR PARA LA CREACIÓN DEL TEJADO. SPLINE INICIAL (ARRIBA IZQ.), UNIÓN DE DOS SPLINES (ARRIBA DCHA.), MÚLTIPLES INSTANCIAS UNIDAS (ABAJO).....	92
FIG. 85 - TEJADO FRONTAL TERMINADO.	93
FIG. 86 - VISTA DE LA SITUACIÓN Y FORMA DEL PANEL PANORÁMICO.....	93
FIG. 87 - VISTA DEL TAMAÑO Y POSICIÓN SUELO DEL PATIO.	94
FIG. 88 - VISTA INFERIOR DE LA PLATAFORMA ELEVADA DEL ALMACÉN SUR.	94
FIG. 89 - VISTA SUPERIOR DE LA PLATAFORMA ELEVADA DEL ALMACÉN SUR.	95
FIG. 90 - ESCALA DE ACCESO A LA PLATAFORMA DEL ALMACÉN SUR.....	95
FIG. 91 - VISTA EN ALAMBRE (IZQ.) Y SÓLIDA (DCHA.) DEL MUESTRARIO DEL ALMACÉN SUR.....	96
FIG. 92 - SOPORTES DE LA PARED DEL ALMACÉN SUR.	96
FIG. 93 - VISTA DEL MODELO UNA VEZ PERFORADOS LOS VANOS DE LAS PUERTAS Y VENTANAS.	97
FIG. 94 - VISTA DEL MODELO COMPLETO, UNA VEZ CLONADAS Y SITUADAS LAS VENTANAS.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 95 - ORTOFOTO DE LA LOCALIZACIÓN DE LA FÁBRICA (IZQ.) Y COORDENADAS DADAS POR EL VISOR SIGPAC (DCHA.).	100
FIG. 96 - DISPOSICIÓN DEL OBJETO <i>DAYLIGHT</i> (EN VERDE Y ROJO) RESPECTO DEL MODELO SE APRECIA TAMBIÉN LA ORIENTACIÓN DEL OBJETO "COMPASS" (EN BLANCO).	102
FIG. 97 - VISTA DE UN PORTAL DE LUZ (EN AMARILLO) FRENTE A UNA VENTANA DE LA PLANTA BAJA.	103
FIG. 98 - VISTA FRONTAL (IZQ.) Y TRASERA (DCHA.) DE LOS PORTALES INICIALES QUE POSTERIORMENTE SERÁN CLONADOS.	103
FIG. 99 - VISTAS DE TODOS LOS PORTALES DE LUZ CREADOS EN LA ESCENA.	104
FIG. 100 - VISTA DE LA ILUMINACIÓN FINAL DE LAS PLANTAS BAJA (ARRIBA) Y PRIMERA (ABAJO).	109
FIG. 101 - VISTA DE LA ILUMINACIÓN FINAL DE LAS PLANTA SEGUNDA.	109
FIG. 102 - VISTA DE LAS ABERRACIONES DE LUZ EN LA PLANTA BAJA (IZQ.) Y LA MISMA ESCENA UNA VEZ CORREGIDAS (DCHA.).	110
FIG. 103 - VISTA DE LAS ABERRACIONES DE LUZ EN LA PLANTA PRIMERA (IZQ.) Y LA MISMA ESCENA UNA VEZ CORREGIDAS (DCHA.).	111
FIG. 104 - EJEMPLO DE MAPEADO (IZQ.) Y APLICACIÓN DE LA TEXTURA SOBRE UN OBJETO (DCHA.) (REPUBLIC OF CODE).	113
FIG. 105 - EJEMPLO DE MODELO CON DISTINTOS VALORES EN EL PARÁMETRO REFLECTIVITY.	114
FIG. 106 - EJEMPLO DE MODELO CON DISTINTOS VALORES EN EL PARÁMETRO GLOSSINESS.	115
FIG. 107 - DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE TEXTURIZADO DE UN OBJETO.	118
FIG. 109 - UNWRAP DE LA FACHADA DE LA FÁBRICA.	121
FIG. 110 - VISTA EXTERIOR DEL TEXTURIZADO DE LOS MUROS.	121
FIG. 111 - DETALLE DEL TEXTURIZADO DEL INTERIOR DE LA FÁBRICA.	122
FIG. 112 - VISTA GENERAL DE LA FACHADA CON LAS COLUMNAS TEXTURIZADAS (IZQ.). DETALLE DEL TRAMO SUPERIOR DE LAS COLUMNAS (DCHA.).	122
FIG. 113 - TEXTURIZADO DE LOS ORNAMENTOS DE LAS VENTANAS. DE IZQUIERDA A DERECHA, PLANTA BAJA, PRIMERA Y SEGUNDA.	123
FIG. 114 - FOTOGRAFÍA DE LA FÁBRICA DE HARINAS EN LA DÉCADA DE 1920.	123
FIG. 115 - DETALLE AMPLIADO DEL RÓTULO DE LA FOTOGRAFÍA DE LA FIG. 95.	124
FIG. 116 - RECREACIÓN DEL RÓTULO DEL ENCABEZADO DE LA FACHADA.	124
FIG. 117 - DETALLE DE LA BALAUSTRADA SITUADA EN LA MITAD SUR TEXTURIZADA.	125
FIG. 118 - VISTA DEL CONJUNTO DEL ENCABEZADO TEXTURIZADO.	125
FIG. 119 - VISTA GENERAL DEL TEXTURIZADO DE LOS ALMACENES. SE APRECIAN LAS DISTINTAS TEXTURAS APLICADAS EN FUNCIÓN DE LAS CARAS.	126
FIG. 120 - VISTA DEL INTERIOR DE LOS ALMACENES (IZQ.). DETALLE DEL TEXTURIZADO DEL EXTERIOR DE LAS VENTANAS DE LOS ALMACENES (DCHA.).	127
FIG. 121 - ESTRUCTURAS TEXTURIZADAS DE LOS ALMACENES NORTE (ARRIBA.) Y SUR (ABAJO.).	127
FIG. 122 - VISTA INFERIOR DEL TEXTURIZADO DE LOS TEJADOS DE LOS ALMACENES.	128
FIG. 123 - DETALLES DEL TEXTURIZADO DE LOS FRONTINES (IZQ.) Y DE LOS PELDAÑOS (DCHA.) DE LA ESCALERA.	128
FIG. 124 - VISTA DEL TEXTURIZADO DE LAS ESCALERAS DE LA PLANTA BAJA (IZQ.).	129
FIG. 125 - ESCALERA DE LA PLANTA PRIMERA A LA SEGUNDA CON EL SOPORTE INFERIOR TEXTURIZADO.	130
FIG. 126 - MINIATURA DE LAS TEXTURAS DEL SUELO DESMONTABLE. SUPERIOR (IZQ.) E INFERIOR (DCHA.).	131
FIG. 127 - VISTA GENERAL DE LOS SUELOS Y TECHOS DE LAS DISTINTAS PLANTAS TEXTURIZADOS	131
FIG. 128 - VISTA INFERIOR DEL TEXTURIZADO DEL TECHO DE LA PLANTA BAJA Y PRIMERA.	132
FIG. 129 - TEXTURIZADO DE LAS VENTANAS DE LA PLANTA PRIMERA. EL TONO GRIS DE LOS CRISTALES SE DEBE A QUE EL VISOR DE 3DS MAX NO PROCESA LAS TRANSPARENCIAS EN TIEMPO REAL.	133
FIG. 130 - VISTA EXTERIOR (IZQ.) E INTERIOR (DCHA.) DE LA PUERTA DE ACCESO A LA FÁBRICA.	133

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 131 - VISTA DE LAS PUERTAS TEXTURIZADAS DE ACCESO A LOS ALMACENES.....	134
FIG. 132 - VISTA DE LAS CHIMENEAS TEXTURIZADAS.....	134
FIG. 133 - DETALLE DE LA CASETA DE ACCESO A LA AZOTEA TEXTURIZADA.....	135
FIG. 134 - VISTA DEL CONJUNTO DE LA ESCALA Y LA PLATAFORMA TEXTURIZADAS.....	136
FIG. 135 - MUESTRARIO TEXTURIZADO.....	136
FIG. 136 - VISTA EN PERSPECTIVA DEL TEJADO FRONTAL TEXTURIZADO.....	137
FIG. 137 - VISTA DEL CONJUNTO DEL TEJADO, EL MUELLE DE CARGA Y EL ESCALÓN DE ACCESO TEXTURIZADOS.....	137
FIG. 138 - ALMACÉN ADYACENTE NORTE TEXTURIZADO.....	138
FIG. 139 - MINIATURA DE LA TEXTURA APLICADA AL SUELO DEL PATIO.....	139
FIG. 140 - MINIATURA DE LA IMAGEN PANORÁMICA APLICADA COMO TEXTURA AL PLANO ENVOLVENTE DEL PATIO.....	139
FIG. 141 - PLANO ENVOLVENTE CON LA TEXTURA APLICADA.....	140
FIG. 142 - VISTA DE LAS PLANTAS BAJA (ARRIBA), PRIMERA (CENTRO) Y SEGUNDA (ABAJO) ANTES Y DESPUÉS DE LOS CAMBIOS EFECTUADOS EN LA REVISIÓN.....	141
FIG. 143 - VISTAS EXTERIORES DE LA FACHADA FRONTAL TEXTURIZADA.....	142
FIG. 144 - DETALLE DE LA PUERTA DE ACCESO Y LAS VENTANAS DE LA PRIMERA PLANTA.....	142
FIG. 145 - MODELADO DE LAS TOLVAS DE EMPACADO.....	146
FIG. 146 - BASE DE LOS ELEVADORES DE CANGILONES.....	146
FIG. 147 - CINTA DE CANGILONES CON POLEA (IZQ.) Y ELEVADOR COMPLETO (DCHA.).....	147
FIG. 148 - MODELADO DE LAS POLEAS DE TRANSMISIÓN DE LA PLANTA BAJA.....	147
FIG. 149 - MODELADO DEL CONJUNTO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN COMPLETO.....	148
FIG. 150 - MODELADO DE LA DESATADORA DE LA PLANTA BAJA.....	148
FIG. 151 - MODELADO DE LA BÁSCULA.....	149
FIG. 152 - CANALIZACIONES DE DOS PAREJAS DE ELEVADORES DE LA PLANTA BAJA.....	150
FIG. 153 - CANALIZACIONES DE LAS TOLVAS DE RESÍDUOS.....	150
FIG. 154 - MODELADO DEL SILO DE EMPAQUE.....	151
FIG. 155 - MODELADO DEL REGULADOR DE HUMEDAD.....	151
FIG. 156 - MODELADO DE UN MOLINO DE LA PLANTA PRIMERA.....	152
FIG. 157 - VISTA DE UNO DE LOS PROTECTORES FLANQUEADO POR SENDOS MOLINOS.....	152
FIG. 158 - ASPECTO DE UN DESPLAZADOR HORIZONTAL.....	153
FIG. 159 - VISTA EN ALAMBRE DE UN DESPLAZADOR HORIZONTAL, DONDE SE APRECIAN LAS ASPAS INTERNAS.....	153
FIG. 160 - VISTA PARCIAL DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA PRIMERA PLANTA.....	154
FIG. 161 - VISTA GENERAL DE LAS CANALIZACIONES DEL ALA SUR DE LA PLANTA PRIMERA.....	155
FIG. 163 - VISTAS FRONTALES DEL MODELADO DE LA DESPUNTADORA.....	156
FIG. 164 - MODELADO DE LOS SILOS DE ESPERA.....	156
FIG. 165 - MODELADO DE UN PLANISCHTER (IZQ.) Y DEL RECOLECTOR DE MANGAS (DCHA.).....	158
FIG. 166 - MODELADO DE DOS CICLONES EN PRIMER PLANO, Y LOS TRIARVEJONES, AL FONDO.....	158
FIG. 167 - MODELADO DE LA SATINADORA, EN PRIMER PLANO Y LA NORIA Y LA TARARA AL FONDO.....	159
FIG. 168 - VISTA DE LA PROCESADORA DE SALVADOS Y EL CICLÓN DEL ALMACÉN SUR.....	159
FIG. 169 - VISTA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA PLANTA BAJA Y LOS MOLINOS UNIDOS CON LAS CORREAS.....	160
FIG. 170 - VISTA DE LAS PERFORACIONES DEL TECHO DE LA PLANTA PRIMERA.....	161
FIG. 171 - TOLVAS DE EMPACADO TEXTURIZADAS.....	165
FIG. 172 - VISTA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA PLANTA BAJA TEXTURIZADO.....	165
FIG. 173 - VISTA DE UNA SUBMITAD DEL MOLINO TEXTURIZADA (IZQ.) Y DE LA MAQUINARIA INTERNA DEL MOLINO (DCHA.).....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 174 - EJEMPLO DE MAPEADO UV DE DIVERSOS ELEMENTOS (ARRIBA) Y SU CORRESPONDIENTE TEXTURA (ABAJO).....	167
FIG. 175 - VISTA PARCIAL DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA SEGUNDA TEXTURIZADA.	168
FIG. 176 - MOLINO COMPLETO TEXTURIZADO.	168
FIG. 177 - DETALLE DEL TEXTURIZADO DE LAS CANALIZACIONES.	169
FIG. 178 - VISTA DEL TEXTURIZADO DE LAS CANALIZACIONES DE LOS MOLINOS DE LA PLANTA PRIMERA. .	170
FIG. 179 - VISTA DEL TEXTURIZADO DEL ALA NORTE DE LA PLANTA BAJA.	170
FIG. 180 - ASPECTO DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA SEGUNDA UNA VEZ APLICADOS LOS MATERIALES. 171	
FIG. 181 - VISTA DE LOS PLANISCHTERS Y EL SASOR DE LA PLANTA SEGUNDA UNA VEZ APLICADOS LOS MATERIALES.	172
FIG. 182 – EJEMPLOS DE ERRORES DETECTADOS Y CORREGIDOS DURANTE LA FASE DE REVISIÓN.	173
FIG. 183 - DISTRIBUCIÓN DE CÁMARAS EN LA PLANTA BAJA, ALMACENES Y PATIO.....	176
FIG. 184 - DISTRIBUCIÓN DE LAS CÁMARAS EN LA AZOTEA (ARRIBA), PLANTA SEGUNDA (CENTRO) Y PLANTA PRIMERA (ABAJO).....	177
FIG. 185 - ASPECTO DE LA FÁBRICA DE HARINAS EN LA DÉCADA DE 1920.....	215
FIG. 186 - FOTOGRAFÍA DE LOS MOLINOS DE LA PRIMERA PLANTA EN LA DÉCADA DE 1920.	216
FIG. 187 - FIG. 135 - ASPECTO DE LA FÁBRICA DE HARINAS EN LA DÉCADA DE 1960. SE PUEDE APRECIAR EL NUEVO MUELLE DE CARGA Y LA CASETA DE ACCESO A LA AZOTEA.....	217
FIG. 188 - ASPECTO ACTUAL DE LA FÁBRICA.	217
FIG. 189 - ESQUEMA DEL PROCESO DE LIMPIEZA DEL GRANO. LAS LÍNEAS VERDES INDICAN TRANSICIÓN POR GRAVEDAD MEDIANTE TUBERÍAS DE MADERA Y LAS ROJAS, ELEVACIÓN MECÁNICA MEDIANTE ELEVADORES DE CANGILONES.....	219
FIG. 190 - FOTOGRAFÍA DEL ESTADO ACTUAL DE LA DESCHINADORA.	220
FIG. 191 - VISTA DE LA NORIA (EN AZUL) Y LA TARARA (EN EL CENTRO).	220
FIG. 192 - EN PRIMER PLANO UN PLANSICHTER, DETRÁS EL SASOR.	221
FIG. 193 - VISTA FRONTAL DE UNO DE LOS MOLINOS.....	222
FIG. 194 - ESQUEMA DE LA FASE DE MOLTURACIÓN DEL GRANO. LAS LÍNEAS VERDES INDICAN TRANSICIÓN POR GRAVEDAD MEDIANTE TUBERÍAS DE MADERA Y LAS ROJAS ELEVACIÓN MECÁNICA MEDIANTE ELEVADORES DE CANGILONES. LA FLECHA AZUL INDICA EL INICIO DEL PROCESO.	222
FIG. 195 - SILOS DE EMPAQUE CON EL MEDIDOR DE HUMEDAD SITUADO SOBRE ESTE.	223
FIG. 196 - TOLVAS DE EMPACADO. LAS DOS MÁS ANCHAS DE LA DERECHA CORRESPONDEN CON LAS DE HARINA BLANCA Y LAS CUATRO MÁS DELGADAS DE LA DERECHA LAS DE TERCERILLAS Y OTROS SUBPRODUCTOS.	223
FIG. 197 - SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA PLANTA BAJA, A LA DERECHA, JUNTO A LA PUERTA SE PUEDE OBSERVAR EL MOTOR.....	224
FIG. 198 - RECOLECTOR DE MANGAS.....	225
FIG. 199 - EN PRIMER PLANO, A LA DERECHA, UN CICLÓN. AL FONDO SE APRECIAN LA FORMA CILÍNDRICA DE LOS TRIARVEJONES.	226
FIG. 200 - PLANOS ORIGINALES OBTENIDOS DE LA PÁGINA 292.....	227
FIG. 201 - PLANOS ORIGINALES OBTENIDOS DE LA PÁGINA 296.....	228
FIG. 202 PLANOS ORIGINALES OBTENIDOS DE LA PÁGINA 297.....	229
FIG. 203 - ALZADO EXTERIOR.....	230
FIG. 204 - ALZADO INTERIOR.....	231
FIG. 205 - VISTA DE PLANTA DE LA PLANTA BAJA.	232
FIG. 206 - VISTA DE PLANTA DE LA PLANTA PRIMERA.	232
FIG. 207 - VISTA DE PLANTA DE LA PLANTA SEGUNDA.	233
FIG. 208 - VISTA DE PLANTA DE LA AZOTEA.	233
FIG. 209 - PERFIL DE LA FÁBRICA Y LOS ALMACENES.	234

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 210 – IMAGEN EXT1 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> MULTIPLIER CON UN VALOR DE 0.8.....	239
FIG. 211 – IMAGEN EXT2 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> MULTIPLIER CON UN VALOR DE 1.....	239
FIG. 212 – IMAGEN EXT3 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> MULTIPLIER CON UN VALOR DE 1.2.....	240
FIG. 213 – IMAGEN EXT4 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SOFTNESS CON UN VALOR DE 1.0.....	240
FIG. 214 – IMAGEN EXT5 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SOFTNESS CON UN VALOR DE 1.5.....	241
FIG. 215 – IMAGEN EXT6 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SOFTNESS CON UN VALOR DE 2.....	241
FIG. 216 – IMAGEN EXT7 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SAMPLES CON UN VALOR DE 4.....	242
FIG. 217 – IMAGEN EXT8 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SAMPLES CON UN VALOR DE 8.....	242
FIG. 218 – IMAGEN EXT9 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SAMPLES CON UN VALOR DE 16.....	243
FIG. 219 – IMAGEN EXT10 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO <i>DAYLIGHT</i> SHADOW SAMPLES CON UN VALOR DE 32.....	243
FIG. 220 – IMAGEN INT1 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO MULTIPLIER DEL MR SKY PORTAL CON UN VALOR DE 0.5.....	244
FIG. 221 – IMAGEN INT2 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO MULTIPLIER DEL MR SKY PORTAL CON UN VALOR DE 1.....	244
FIG. 222 – IMAGEN INT3 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO MULTIPLIER DEL MR SKY PORTAL CON UN VALOR DE 1.5.....	244
FIG. 223 – IMAGEN INT4 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO FROM OUTDOORS DEL MR SKY PORTAL ACTIVADO.....	245
FIG. 224 – IMAGEN INT5 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO FROM OUTDOORS DEL MR SKY PORTAL DESACTIVADO.....	245
FIG. 225 – IMAGEN INT6 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO SHADOW SAMPLES DEL MR SKY PORTAL CON UN VALOR DE 8.....	246
FIG. 226 – IMAGEN INT7 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO SHADOW SAMPLES DEL MR SKY PORTAL CON UN VALOR DE 16.....	246
FIG. 227 – IMAGEN INT8 – PRUEBA DE ILUMINACIÓN CON PARÁMETRO SHADOW SAMPLES DEL MR SKY PORTAL CON UN VALOR DE 32.....	247

Índice de tablas

TABLA 1 - ESTADO DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA BAJA	37
TABLA 2 - ESTADO DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA PRIMERA	39
TABLA 3 - ESTADO DE LA MAQUINARIA DE LA PLANTA SEGUNDA	41
TABLA 4 - PRUEBAS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	107
TABLA 5 - PRUEBAS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	108
TABLA 6 - RESUMEN DE LAS TOMAS RENDERIZADAS DEL SHOWREEL.....	191
TABLA 7 - PLANIFICACIÓN TEMPORAL INICIAL.	196
TABLA 8 - HORAS INVERTIDAS EN CADA TAREA.	198
TABLA 9 - PRESUPUESTO INICIAL DEL PROYECTO CON FINES COMERCIALES.	202
TABLA 10 - PRESUPUESTO INICIAL DEL PROYECTO CON FINES EDUCATIVOS.....	203
TABLA 11 - VARIACIÓN FINAL DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO CON FINES COMERCIALES.	204
TABLA 12 - VARIACIÓN FINAL DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO CON FINES EDUCATIVOS.....	204

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día las tecnologías de modelado y animación virtual (incluido el 3D) tienen un elevado grado de inmersión en nuestra vida cotidiana, tanto en el ámbito profesional como de ocio. Están presentes en el cine, la arquitectura, el diseño industrial, la medicina, y por supuesto en nuestras actividades de ocio. Su utilidad y posibilidades son prácticamente incontables.

Este proyecto aborda uno de estos ámbitos, quizás no tan extendido como el cine o el ocio, pero tremendamente útil de cara a la preservación del conocimiento como es la **reconstrucción 3D**.

El presente proyecto pretende hacer uso de las herramientas de diseño 3D para llevar a cabo una reconstrucción virtual de la *Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle*, situada en la localidad de Aldea del Rey, en la provincia de Ciudad Real, España. La infraestructura, comenzó a funcionar en torno a 1920 y mantuvo su actividad hasta 1992, actualmente se encuentra parada y en estado de abandono, el deterioro de la misma es bastante alto y amenaza ruina, habiéndose producido ya varios desprendimientos en su interior. Por suerte, la mayor parte de la maquinaria y canalizaciones de la fábrica aún se encuentran presentes. Además, aún es posible acceder a gran parte de estas, así como conocer su funcionamiento y disposición.

Disponemos también de planos del edificio que nos permitirán guiarnos en la reconstrucción del mismo, sin embargo estos no incluyen la disposición de la maquinaria contenida en el mismo.

Esta reconstrucción tiene como fin preservar la memoria de esta instalación de cara a un futuro, y mantener el conocimiento de la misma en el caso de que desapareciese. Asimismo, mediante la reconstrucción virtual tenemos la posibilidad de obtener imágenes y comprender mejor dicha instalación, pudiendo generar contenido multimedia que permita su comprensión de forma más dinámica y sencilla tanto para su estudio histórico como para el público en general.

La reconstrucción pretende ser lo más completa posible, dentro de los medios con que se cuenta y la cantidad de información disponible. Se pretende obtener un modelo completo, que permita comprender la instalación, e imágenes de calidad que hagan posible entender el funcionamiento de la fábrica cuando esta se encontraba en funcionamiento.

1.1 FASES DE DESARROLLO

Tras tratar de lograr encontrar un modelo de desarrollo acorde con nuestro proyecto, no hemos conseguido encontrar ningún modelo estandarizado para llevar a cabo una reconstrucción de estas características, por tanto, para el desarrollo del proyecto hemos optado por adaptar el modelo de *desarrollo en cascada* empleado en ingeniería del software a nuestro proyecto de reconstrucción 3D (Fig. 1).

Optamos por este modelo ya que el proyecto resulta sencillo de separar en las diversas fases y sigue una ejecución lineal. Además el proyecto de reconstrucción al ser el resultado un elemento estático que no requiere adaptarse a nuevas condiciones tecnológicas, nos permite dividirlo en fases que no requieren de permanentes revisiones como pueda ser un software convencional.

INTRODUCCIÓN



Fig. 1 - Modelo de desarrollo en cascada de ingeniería del software (izq.) y Modelo planteado para nuestro proyecto (dcha.).

Así pues las fases del proyecto quedarían de esta forma:

- **Definición de objetivos:** Se trata de la primera fase por necesidad, debemos definir claramente qué es lo que deseamos obtener con el proyecto y por qué, cómo deben ser los resultados y la finalidad del mismo. Sustituye al análisis de requisitos del modelo convencional.
- **Análisis y alcance:** A continuación procedemos a analizar el problema y definir los medios que emplearemos para solventarlo. Para ello debemos llevar a cabo diversas tareas:
 - *Análisis de la fábrica:* En primer lugar debemos comprobar el estado de la infraestructura, visitarla y verificar los elementos presentes, su situación y accesibilidad. Deberemos asimismo hacer una evaluación de las posibilidades efectivas de llevar a cabo la reconstrucción de los diversos elementos.
 - *Alcance de la reconstrucción:* En base al análisis y evaluación realizados deberemos definir cuál será el grado de definición de la reconstrucción. Qué elementos se reconstruirán y cuáles no, así como el grado de detalle de los mismos.
 - *Herramientas a emplear:* Deberemos también definir las herramientas que emplearemos para llevar a cabo la reconstrucción, tanto aquellos equipos físicos que utilicemos como las herramientas de software empleadas para crear el modelo virtual de la fábrica.
- **Documentación:** Tras definir el alcance de la reconstrucción deberemos recopilar toda la información posible de carácter general acerca de la instalación, su historia, la maquinaria instalada y su funcionamiento, los elementos presentes actualmente, etc. Es especialmente importante obtener una gran cantidad de material gráfico que permita guiar posteriormente la creación del modelo.
- **Creación del modelo:** Una vez disponemos de información suficiente sobre la instalación, procederemos a llevar a cabo la reconstrucción del modelo. Puesto que se trata de la fase más larga del proyecto, procederemos a dividirla en subfases dependiendo del ámbito que vayamos a diseñar. Estas son:

INTRODUCCIÓN

- *Modelado del edificio:* Comenzaremos por levantar en primer lugar el modelo del edificio. Esto incluye el cuerpo principal del edificio donde se encuentra la maquinaria, los almacenes traseros y la reconstrucción del patio y los elementos auxiliares del patio (almacenes colindantes, suelo y panorámica de entorno), los cuales se reconstruirán con baja calidad de detalle únicamente para situar el contexto del edificio en los renders finales.
- *Iluminación del edificio:* Se escogerá el modelo de iluminación que mejor se adapte a nuestra escena. Se situarán las fuentes de luz tanto de iluminación externa del edificio, como las de iluminación de los espacios interiores y se configurarán los parámetros de las mismas con el fin de obtener una iluminación realista del modelo.
- *Texturizado del edificio:* Tras escoger la luz apropiada, se crearán las texturas correspondientes así como los mapas de coordenadas de los elementos del modelo y se aplicarán los distintos materiales en los objetos correspondientes.
- *Modelado de la maquinaria:* Una vez creado todo el edificio, procederemos a modelar la maquinaria en el interior del mismo. Para ello se irá reconstruyendo por plantas empezando de la inferior a la superior. De este modo cada planta nos servirá de referencia para la situación de la maquinaria de los pisos superiores.
- *Texturizado de la maquinaria:* Por último se crearán las texturas correspondientes a los distintos elementos de la maquinaria y se aplicarán sobre estas. En este caso no es necesario realizar una fase previa de iluminación de la maquinaria, ya que esta no cuenta con una iluminación propia, sino que será la propia iluminación natural del edificio la que ilumine los espacios donde se encuentra la maquinaria.

Como se puede comprobar, no existe una fase de iluminación específica de la maquinaria, esto se debe a que la iluminación de esta es la misma iluminación del edificio, ya que la luz que reciba la maquinaria depende de la iluminación que entre a través de las ventanas de la propia fábrica.

Asimismo, en cada una de estas subfases requieren la realización de tareas dependientes entre sí. Por todo ello, hemos para la creación del modelo 3D, se plantea aplicar un modelo similar el modelo de desarrollo en espiral de ingeniería del software, al igual que en el caso del modelo en cascada, adaptaremos las distintas fases a los requerimientos del proyecto. De este modo la creación del modelo 3D quedaría de la forma en que se muestra en la siguiente imagen (Fig. 2).

INTRODUCCIÓN

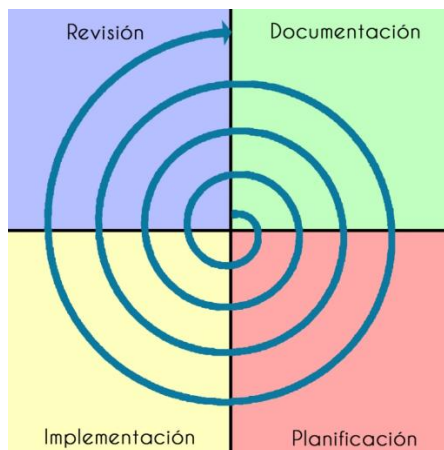


Fig. 2 - Modelo del proceso de creación del modelo 3D

Cada subfase consta de cuatro procedimientos que se repiten en cada una de ellas:

- *Documentación específica:* Se revisará y, si es necesario, se completará la documentación inicial obtenida. Este proceso se lleva a cabo, ya que en muchos casos se requiere especialmente en lo que a documentación gráfica se refiere obtener nuevas imágenes de detalle de ciertos elementos arquitectónicos o de maquinaria, que no se hayan obtenido previamente.
 - *Planificación:* Se planteará y definirá el modo de llevar a cabo la implementación así como su justificación ya que como es habitual en diseño, existen múltiples caminos para obtener un mismo resultado.
 - *Implementación:* En este proceso se procederá a llevar a cabo la reconstrucción como tal, procediendo a crear y configurar los elementos requeridos.
 - *Revisión:* Por último, antes de pasar a la siguiente subfase, se revisará la corrección de todos los elementos creados así como la coherencia con los elementos creados en subfases anteriores, con el fin de que no haya errores de correspondencia o incongruencias entre los distintos objetos creados.
-
- **Animación:** Una vez creado el modelo en su totalidad, procederemos a la creación de las animaciones que deseemos con el fin de renderizarlas posteriormente para crear videos ilustrativos. Para ello se realizarán las siguientes tareas:
 - *Definición de los videos a crear:* En primer lugar, es necesario decidir el número de videos a crear y qué será lo que muestren estos.
 - *Creación de archivos de animación de maquinaria:* A continuación, para los videos en que se muestre la maquinaria en funcionamiento, se crearán nuevos archivos .3ds con el fin de aislar la maquinaria que se mostrará, eliminando todos aquellos elementos que no se muestren en el vídeo con el fin de agilizar y simplificar el proceso de animación.
 - *Creación de cámaras:* A continuación se crearán las cámaras desde las cuales se realizarán los renders de los diferentes planos video.

INTRODUCCIÓN

- *Animación de maquinaria:* Se procederá a animar los diversos elementos animados de la maquinaria (rodillos, engranajes, correas, etc.).
- *Animación de cámaras:* Por último para todas aquellas cámaras que no sean fijas, se procederá a animarlas en base al desplazamiento que realicen.
- **Render:** Por último se procederá a generar los renders finales del proyecto. Estos serán de dos tipos, imágenes estáticas y videos que muestren las animaciones. Para llevar a cabo este proceso es necesario llevar a cabo las siguientes tareas:
 - *Definir los renders estáticos:* Se definirá el número de imágenes finales estáticas a crear, lo que estas mostrarán y la calidad de las mismas.
 - *Creación de las cámaras:* Se crearán las cámaras necesarias para la generación de las imágenes definidas en el punto anterior.
 - *Configuración de render:* Se configurarán los parámetros del motor de render con el fin de obtener los resultados óptimos en cuanto a tiempo y calidad de las imágenes finales.
 - *Generación de renders finales de video:* Se procederá a generar los videos correspondientes a las animaciones definidas en la fase previa.
 - *Generación de imágenes estáticas finales:* A continuación se generarán las imágenes estáticas correspondientes a las imágenes definidas en la primera tareas del presente punto.
 - *Postprocesado de las imágenes:* Por último, en aquellas imágenes que sea necesario, mediante software de edición de video y diseño 2D se procederá a editar y montar las imágenes finales para una óptima apariencia y visualización.

Herramientas Software

Para llevar a cabo el trabajo, haremos uso principalmente del software *Autodesk 3DS Max 2013*, el cual permite llevar a cabo tareas de modelado, texturizado, animación y renderizado en alta calidad mediante el motor de render *Mental Ray* integrado en la herramienta. Asimismo haremos uso de la herramienta de software libre *GIMP* para la creación y edición de las texturas del modelo.

2 OBJETIVOS

2.1 MOTIVACIÓN

Actualmente, el ámbito de la reconstrucción 3D se orienta a múltiples usos, como son la planificación de proyectos arquitectónicos, recreación virtual de entornos o investigación y divulgación científica. Sin embargo, el presente proyecto desea abarcar un ámbito no tan extendido, pero para el cual el 3D tiene grandes posibilidades como es la reconstrucción de patrimonio histórico existente con el fin de facilitar la comprensión del mismo, así como de crear testigos virtuales que preserven el conocimiento del mismo en un futuro.

En muchas ocasiones, principalmente debido a la falta de medios, vemos como importante patrimonio cede a los estragos del tiempo y el abandono. Una vez éste se ha perdido resulta realmente difícil volver a reconstruirlo si no existe la información suficiente, que en gran parte de los casos se ha perdido con el paso del tiempo. Esto es especialmente frecuente esto en pequeños núcleos de población donde las autoridades disponen de menos medios y donde, en muchos casos, el patrimonio se ve desde un punto de vista más pragmático y dejando de lado su faceta como parte de la cultura y la identidad del municipio.

Es por ello que en estos casos, la tecnología 3D tiene grandes posibilidades que ofrecer, ya que permite crear a bajo coste un documento gráfico completo que permita comprender el entorno reconstruido, así como preservar de forma virtual sus características. De este modo, podemos anticiparnos a la desaparición total de los elementos, con el fin de, en un futuro, conocer cómo eran estos e incluso basarnos en estas reconstrucciones para poder recrear los elementos originales.

En el presente proyecto, queremos hacer uso de las posibilidades que ofrece esta tecnología con el objetivo de llevar a cabo una reconstrucción virtual de la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle, situada en la localidad de Aldea del Rey (Ciudad Real). Esta fábrica fue construida en el año 1920, siendo uno de los ejes principales de desarrollo de la población ya que además permitió un suministro estable de electricidad al municipio, manteniendo su funcionamiento hasta el año 1990, año en que dejó de producir debido a la falta de rentabilidad de la producción. Tras veinte años de inactividad, actualmente se encuentra en estado de abandono e incipiente ruina, la cual hace prever que si no se hace nada por evitarlo, la instalación acabe por derrumbarse en un futuro no muy lejano.

Por todo ello, se desea llevar a cabo una reconstrucción virtual de esta instalación, con el fin de preservar el conocimiento disponible de la misma en un modelo 3D. Además este proyecto tiene también una finalidad didáctica para el gran público, ya que se generarán documentos gráficos que permitan comprender esta instalación en todo su espacio, conocer cómo era esta fábrica en su interior, la comunicación y distribución del producto entre los diversos elementos, así como el aspecto y funcionamiento de la maquinaria sin necesidad de saber manejar herramientas de reconstrucción 3D.

2.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

Los resultados a obtener deberán regirse por los siguientes objetivos:

2.2.1 OBJETIVOS DE ALCANCE

Reconstrucción virtual del edificio: Deberá ser detallada tanto a nivel de modelado como de texturas, tratando de obtener un aspecto lo más cercano posible a la instalación real. Se llevará a cabo la reconstrucción tanto del edificio como de los almacenes. Las proporciones deberán ser realistas, aproximándose en el mayor grado posible al aspecto real de la instalación. Si bien no es necesario que las medidas sean completamente exactas, ya que no se dispone de los medios requeridos para realizar las mediciones necesarias de la infraestructura.

Reconstrucción virtual de la maquinaria: Se reconstruirá la maquinaria en diferentes grados de precisión, pero siempre preservando unas proporciones, tamaños y posiciones tan cercanas a la realidad como sea posible. Se reconstruirá toda la maquinaria existente, salvo las canalizaciones que únicamente se reconstruirán donde se disponga de información suficiente para realizar una recreación coherente. En el caso de reconstrucción de elementos desaparecidos, deberá fundamentarse el motivo de dicha reconstrucción.

Imágenes finales: Serán claras y descriptivas. Deberán ser las suficientes como para poder comprender el edificio así como la maquinaria contenida. Se generarán imágenes estáticas y videos que muestren el interior y el exterior de la instalación.

- Las *imágenes estáticas* deberán poseer una resolución mínima: de 1024 x 768p, siendo preferible una resolución de 1366 x 768px, ya que es actualmente la resolución de imagen más utilizada en los ordenadores actuales.¹
- Los *videos* deberán poseer una resolución mínima de 640 x 480px a 25 imágenes por segundo. Si bien esta resolución no es la óptima para video hoy en día, debido a los medios con que contamos, consideramos que es una resolución con suficiente calidad para mostrar las posibilidades del proyecto, ya que aumentar la resolución supondría un aumento exponencial en el tiempo de render.

Animación: Se deberá crear al menos una animación del modelo que permita comprender el funcionamiento interno de algún elemento de la maquinaria. Además se crearán cámaras animadas para la generación de vídeos ilustrativos del interior de la instalación.

¹ Top 10 Desktop, Tablet & Console screen Resolutions from Jan 2013 to Jan 2014. StatCounter Global Stats. [consulta 10-01-2014] Disponible en: <http://gs.statcounter.com>

OBJETIVOS

2.2.2 OBJETIVOS DE CALIDAD

Fidelidad: El modelo final obtenido debe ser fiel a la infraestructura original en los diferentes grados de reconstrucción. Esto es, los espacios reconstruidos íntegramente deberán tener una similitud lo más cercana posible a la realidad mientras que los espacios en los que se reconstruyen volúmenes únicamente deberán tener estos situados de forma coherente y fiel en tamaño y situación a la maquinaria que simulan con el fin de que permitan hacerse una idea clara del espacio que ocupan y su distribución.

Coherencia: Los espacios reconstruidos deben ser coherentes con la realidad de la instalación. Deben aportar una idea de cohesión entre los mismos, permitiendo comprender el modelo y la fábrica como un todo. Para ello deberán reconstruirse comunicaciones tanto entre plantas como en el interior de una misma planta entre los diversos espacios y elementos. Los distintos espacios deben integrarse unos con otros de una manera correcta que permitan comprender la función de cada área de la fábrica de forma apropiada.

Sencillez: Las imágenes y animaciones finales deben ser limpias y claras, se cuidará el encuadre y la situación de la cámara con el fin de obtener imágenes ilustrativas y atractivas.

Optimización: El modelo final ha de ser el óptimo, sin elementos innecesarios o superfluos. Los elementos auxiliares o de guía que se hayan empleado para su creación deberán ser eliminados salvo que sean útiles para la comprensión del mismo.

Compleitud: El modelo ha de poseer todos los elementos necesarios para su comprensión, no debiendo omitirse elementos relevantes que impidan una correcta interpretación de la instalación.

2.2.3 OBJETIVOS DE FINALIDAD

Utilidad didáctica: Tanto el modelo como las imágenes finales generadas deberán ser claros, facilitando la comprensión y visualización de la fábrica así como su funcionamiento. Deberán ser útiles como material de apoyo para una descripción escrita u oral de la instalación.

Utilidad documental: El modelo deberá ser útil como documento electrónico que pueda ser visualizado en un futuro con el fin de poder comprender el interior de la instalación en caso que esta desapareciera. Es por ello que debe ser fiel a la instalación, así como lo más completo posible haciendo las veces de testigo en soporte digital.

Posibilidad de reutilización: El modelo deberá permitir la generación de nuevas imágenes desde otras cámaras distintas de las generadas con este proyecto, sin que por ello se vea afectada su calidad.

3 ESTADO DEL ARTE

Actualmente las reconstrucciones virtuales abarcan múltiples ámbitos y aplicaciones, tales como la recreación de entornos reales (arsVirtual), reconstrucción de piezas arqueológicas (Balawat) (Aparicio Resco, 2014), infoarquitectura (Gedespro 3D) (3D Arquitectura), aplicaciones médicas (3D4 Medical), etc. Para poder llevar a cabo estas reconstrucciones se emplean diversos métodos que difieren principalmente en el procedimiento empleado para la obtención de la información utilizada para llevar a cabo la reconstrucción virtual, estos son la reconstrucción automatizada y la reconstrucción manual.



Fig. 3 - Reconstrucción virtual del templo íbero de A Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante). (Aparicio Resco, 2014)

3.1 RECONSTRUCCIÓN AUTOMATIZADA

Se denomina Reconstrucción Automatizada al método que lleva a cabo la creación del modelo de forma automática en base a información obtenida del modelo original por distintos procedimientos. Así pues, el modelo no es creado manualmente por el diseñador, sino que este únicamente debe encargarse de proveer dicha información al software de reconstrucción siendo este el encargado de llevar a cabo la generación del modelo de manera automática.

La reconstrucción automatizada se emplea habitualmente en la reconstrucción de las superficies de objetos, no resultando tan efectiva para la reconstrucción de elementos complejos que contengan a su vez otros objetos en su interior. Es especialmente habitual en el ámbito de la investigación científica, donde no importa tanto el aspecto final de los modelos, como la información que estos contienen. A continuación explicamos los principales métodos de reconstrucción automatizada empleados en la actualidad.

- **Reconstrucción mediante múltiples imágenes:** Se basa principalmente en obtener el volumen del modelo 3D en base a múltiples imágenes 2D.

Usando pares de imágenes estereoscópicas de un objeto, se puede obtener información acerca del volumen del mismo, esta técnica se denomina fotogrametría (Walford, 2007). Es básicamente el mismo proceso que realiza la visión estereoscópica del ser humano para obtener la percepción de profundidad. Utilizando técnicas de fotogrametría sobre lotes de imágenes obtenidas desde diferentes ángulos de un mismo objeto, podemos

realizar una aproximación 3D del volumen del mismo. La precisión del modelo generado, dependerá de la cantidad de imágenes utilizadas.

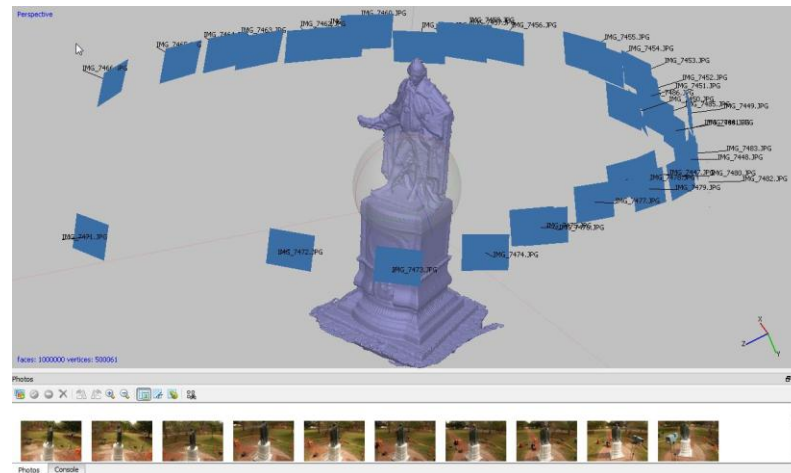


Fig. 4 - Levantamiento fotogramétrico de la estatua de Lord Botetourt en el College of William and Mary (Williamsburg, Virginia, EE.UU.) (Triplett, 2014)

Mediante algoritmos de triangulación, se procesan las imágenes obtenidas para obtener las aristas y esquinas del objeto, buscando posteriormente la coincidencia entre los puntos de las diversas imágenes. Esto permite obtener una nube de puntos de la superficie del modelo, los cuales hacen posible definir el volumen objeto muestreado.

Este método es actualmente el más extendido en el mundo de la reconstrucción 3D automatizada, empleado principalmente para la reconstrucción de edificios ya sea mediante imágenes estereoscópicas aéreas, mediante imágenes tomadas desde tierra o combinando ambos elementos para una obtener una reconstrucción más precisa.

- **Reconstrucción mediante sensores:** Para llevar a cabo este proceso se emplean distintos tipos de sensores encargados de escanear la superficie o el volumen del objeto o elemento a reconstruir, principalmente se emplea escáneres laser, como por ejemplo los usados en la tecnología LIDAR (National Ocean Service, 2013) o escáneres de ultrasonidos, estos últimos empleados mayoritariamente en medicina (González Sarabia, 2012).



Fig. 5 - Ejemplo de reconstrucción empleando datos recopilados mediante escáner LIDAR. (Farfield Technology, 2002)

El principio de este sistema consiste en obtener una nube de puntos empleando el escaneo mediante sensores de la superficie del objeto a reconstruir. De este modo, se obtienen todos los datos necesarios sobre el volumen del mismo pudiendo llevar a cabo así su reconstrucción 3D en base a la información recogida por los sensores.

El principal método empleado para estas reconstrucciones es haciendo uso de escáneres laser, bien montados sobre un vehículo aéreo con el que llevar a cabo un escaneado cenital, o bien sobre dispositivos situados en tierra. Dentro de estos sistemas principalmente destaca la tecnología LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*) empleada principalmente en los campos de la geología y la topografía. Como ejemplo cabe mencionar el caso de Google Earth, la cual está comenzando a introducir la aplicación de esta tecnología para recrear la orografía del terreno en sus mapas (Crosby, 2010).

3.2 RECONSTRUCCIÓN MANUAL

Es aquella realizada prácticamente en su totalidad por la habilidad del diseñador que lleva a cabo la reconstrucción. No existe demasiada información publicada en este ámbito, ya que no se centra tanto en la investigación de la información recabada, sino en los resultados obtenidos y el aspecto del modelo final. Además está el hecho de que existen múltiples vías en función del software para llevar a cabo la reconstrucción de un elemento, por lo que normalmente depende de la experiencia, conocimientos y preferencias de cada diseñador. Si bien, existen ciertos métodos que suelen ser empleados habitualmente ya que facilitan el trabajo a la hora de llevar a cabo el proceso de reconstrucción.

Este tipo de reconstrucciones se realizan con mayor frecuencia en el ámbito profesional de la infoarquitectura y el diseño industrial, con el fin de obtener una previsualización de futuras construcciones o elementos.

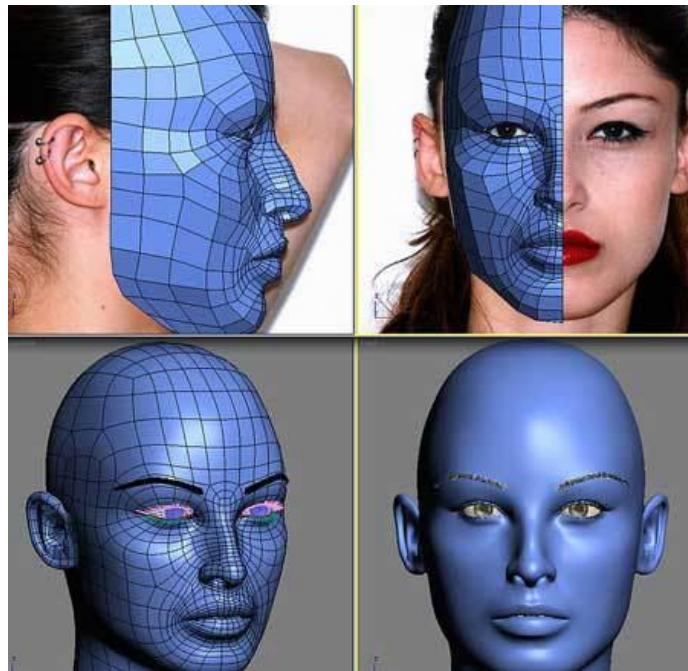


Fig. 6 - Modelado de un rostro femenino a partir de ortofotos. (AD Creativo, 2009)

Los modelos creados manualmente resultan más flexibles de manipular al no basarse en una nube de puntos difusos, sino en una serie de elementos previamente creados en base a unos objetos primitivos (tetraedros, cilindros, esferas...) con unos parámetros correctamente definidos de tamaño, posición y orientación.

- **Reconstrucción a partir de planos:** A la hora de llevar a cabo la reconstrucción de un objeto real, para mantener la fidelidad a los tamaños y proporciones originales se suele hacer uso de las vistas ortogonales del modelo. Normalmente se hace uso de la planta y el alzado, pero si existe un mayor número de planos del mismo también se harán uso de estos para facilitar el trabajo. Par ello se construye un “bastidor” aplicando las imágenes de las vistas como texturas sobre planos primitivos perpendiculares entre sí. Posteriormente se ajusta el tamaño de dichas primitivas la escala de los planos del objeto. De este modo el bastidor permite guiar el modelado a tamaño real del objeto en base a la plantilla proporcionada por los planos. (Broderick, 2012)

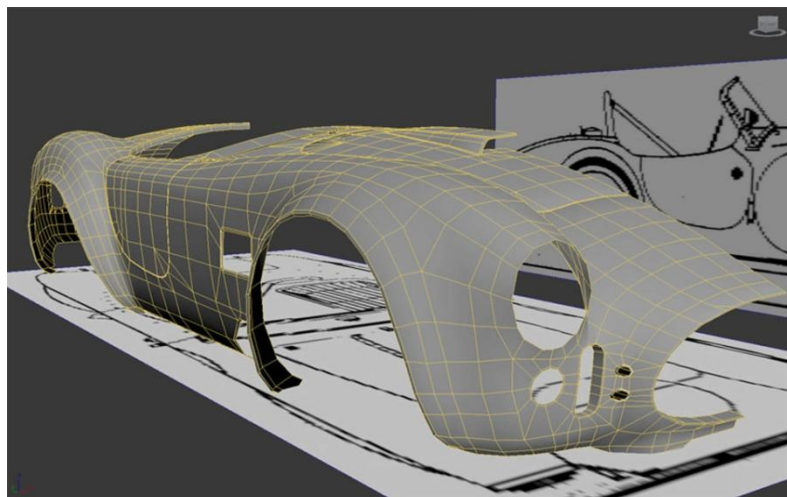


Fig. 7 - Modelado de un 65 Shelby Cobra 427 a partir de planos. (Bekerman, 2013)

3.3 DESARROLLO DE ENTORNOS VIRTUALES 3D

Actualmente la creación de entornos virtuales en 3D es empleada en múltiples ámbitos. Estos abarcan desde los entornos virtuales empleados en el desarrollo de videojuegos a campos las plataformas de aprendizaje o la investigación y divulgación cultural.

Al hablar de entornos virtuales, la primera idea que viene a nuestra cabeza es el ámbito de los videojuegos. En una inmensa mayoría de ellos la acción se desarrolla en un entorno virtual realista o de ficción, existen cientos de ejemplos, por mencionar algunos haremos referencia al mundo virtual de World of Warcraft en cuanto a escenarios ficticios, o las saga Assassin's Creed o Total War en cuanto a escenarios históricos.



Ilustración 1 - Recreación de una ciudad Romana en el videojuego Total War: Rome II (SEGA, 2014).

Sin embargo, los entornos virtuales no se limitan únicamente al mundo de los videojuegos. Existen múltiples aplicaciones de esta tecnología, tales como tours virtuales, aplicaciones de

realidad aumentada... También cabe mencionar el mundo del aprendizaje en entorno 3D, en el cual existen aún mucho camino por recorrer, si bien cada día se avanza más en este aspecto. Así pues podemos mencionar el proyecto OpenWonderland el cual se trata de una herramienta de código abierto orientada a la creación de plataformas de aprendizaje 3D (Open Wonderland Foundation, 2014). Haremos también referencia a Second Life el cual está orientado a una plataforma de ocio y contactos, pero también ha sido destinada a la educación con proyectos como Virtual Hallucinations (UC Davis Health System, 2014) el cual nos pone en la piel de una persona con esquizofrenia reproduciendo los síntomas de estas personas. En referencia a la divulgación cultural, existen cada vez más proyectos en los que se emplean herramientas de reconstrucción 3D para recrear escenarios desaparecidos con el fin de que el espectador pueda contemplar el estado de estos en su época de actividad.

Para el desarrollo de un entorno virtual existen gran cantidad de herramientas que es necesario combinar para llevar a cabo el proyecto. Por tanto, no podemos hacer referencia a toda la gama de herramientas y técnicas empleadas ya que depende en gran medida del proyecto, la finalidad de este, el presupuesto, la plataforma final, el público objetivo, etc. Si bien, si podemos mencionar los dos pilares fundamentales necesarios para llevar a cabo un entorno virtual interactivo, que son el software de diseño 3D y el motor gráfico:

- **Software de Diseño 3D:** Es la herramienta empleada para llevar a cabo todo el proceso de recreación del entorno 3D, en él se modelan los elementos que conformarán el entorno en el que se desenvolverá el usuario. Habitualmente es complementada con alguna herramienta de diseño 2D como Photoshop o GIMP para el proceso de creación de las texturas. Existen múltiples herramientas de diseño 3D, si bien a nivel profesional al igual que en otros campos como la animación 3D las más populares son las opciones comerciales Autodesk 3ds Max y Autodesk Maya y en menor medida pero que ampliando su presencia debido a su licencia gratuita y su comunidad abierta de desarrollo, la herramienta de software libre Blender (Slick, 2014).
- **Motor gráfico:** También llamado motor de videojuegos (game engine), es un framework destinado a la creación de videojuegos. La funcionalidad básica es dotar al programa de un sistema de renderizado 2D o 3D en tiempo real, otras funcionalidades pueden ser un motor físico así como un sistema de colisiones, así como sonido, scripts... Si bien se emplean principalmente para videojuegos, pueden ser empleados para cualquier otro fin que implique el desplazamiento o visualización de un entorno 3D en tiempo real. Existe cientos de motores gráficos actualmente, el empleo de unos u otros depende en gran medida de las condiciones técnicas del proyecto a abordar, algunos ejemplos de los motores más empleados actualmente son Unity, CryEngine o Unreal Engine, los cuales ofrecen plataformas muy completas para el desarrollo de entornos virtuales, principalmente orientados a videojuegos (Mod DB, 2014).

3.4 RECONSTRUCCIÓN DE PATRIMONIO INDUSTRIAL HARINERO

Apenas hay trabajos publicados en los que se haya aplicado la reconstrucción 3D en el ámbito del patrimonio industrial harinero. Existen diversos trabajos menores que se pueden encontrar en internet, centrados principalmente en pequeños molinos antiguos de viento o agua

ESTADO DEL ARTE

(Ararquitectura, 2013) (VFX Portugal, 2009), especialmente en la maquinaria y sin apenas documentación asociada.

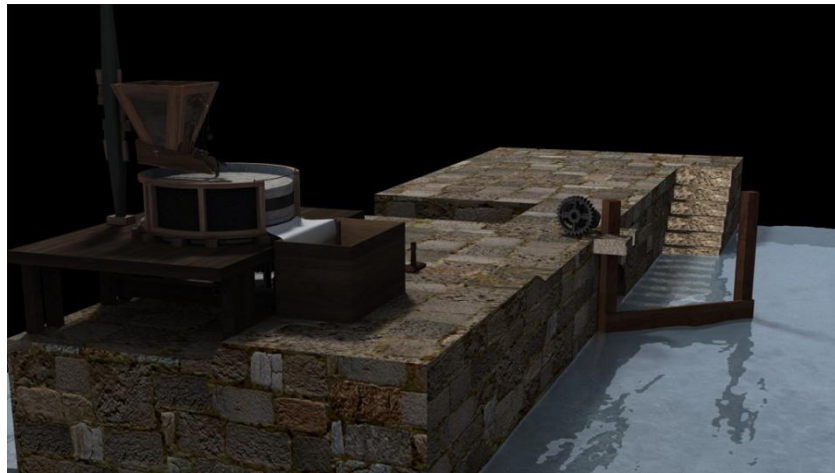


Fig. 8. - Reconstrucción de la maquinaria del Moinho Maré de Corroios. (VFX Portugal, 2009)

En lo que respecta a grandes fábricas harineras del siglo XX, únicamente existe una reconstrucción virtual de la *Fábrica de Harinas San Antonio* de Medina de Rioseco (Valladolid) dentro de la publicación “*El agua y la fábrica de harinas en torno al canal de castilla en Medina de Rioseco*” (Fernández, Revilla, & San José, 2011) publicado por la Junta de Castilla y León. La reconstrucción, realizada principalmente mediante técnicas de fotogrametría y escáner láser, se centra principalmente en el aspecto exterior del edificio y la estructura interna del mismo, sin llevar a cabo una reconstrucción detallada del interior y la maquinaria.



Fig. 9 - Modelo 3D de puntos a color de la fábrica de harinas San Antonio de Medina de Rioseco (Valladolid), obtenido con el escáner de largo alcance Ilris3D Optech. (Fernández, Revilla, & San José, 2011)

4 ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

En primer lugar se debe llevar a cabo un análisis del estado actual de la instalación, puesto que nos permitirá definir las posibilidades que existen de llevar a cabo la reconstrucción virtual de la infraestructura, y definir y evaluar el alcance del proyecto. Para ello, evaluamos por una parte el estado de la edificación donde se encuentra toda la maquinaria, y por otra parte evaluaremos la maquinaria como tal.

4.1 EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA EDIFICACIÓN

El edificio donde se sitúa la instalación “*Fábrica de harinas Ntra. Sra. del Valle*” data de 1920, y está situado en la localidad de Aldea del Rey (Ciudad Real). El edificio consta de un cuerpo principal y una nave anexa que hacía las veces de almacén. Ambos cuerpos están contruidos en ladrillo y mortero de cal principalmente, empleándose también cemento en posteriores reformas. Las naves anexas cuentan con una única planta con algunas secciones realizadas en piedra y cemento y recubiertas de un techo de chapa. Las diferentes plantas del cuerpo principal se asientan sobre una estructura de vigas de hierro fundido entrelazadas unidas entre sí mediante ladrillo y recubiertas de una tarima de madera.

4.2 ANÁLISIS DEL ESTADO EXTERNO DE LA INFRAESTRUCTURA.

A pesar del estado de abandono de la infraestructura, exteriormente no se aprecian desperfectos significativos que puedan afectar a la estructura del edificio.

Los principales desperfectos que se pueden apreciar son algunos daños en las ornamentaciones de la fachada, en parte debido a los estragos del tiempo y en parte debido a algunas agresiones que sufrió durante la Guerra Civil Española, como es el caso del panel que preside la fachada principal que fue empleado como blanco para prácticas de tiro.

Asimismo se puede apreciar la desaparición parcial del mortero entre los ladrillos debida principalmente a la filtración de humedades en los muros a causa de las lluvias.

Por último también se aprecia que gran parte de los cristales de las ventanas de las distintas plantas están rotos o dañados.

4.2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO INTERNO DE LA INFRAESTRUCTURA

En el interior de la fábrica se puede apreciar un mayor número de desperfectos, destacando los desprendimientos en los suelos y techos de varias plantas, así como la filtración de humedades generalizadas y el deterioro ocasionado por el abandono y la falta de mantenimiento de las instalaciones. A continuación procedemos a analizar el estado de cada planta.

4.2.2 ANÁLISIS Y DESPERFECTOS DE LA PLANTA BAJA

La planta baja es la que se ve afectada por un menor número de desperfectos. En el cuerpo principal de la fábrica se aprecian numerosas humedades que han afectado al techo y paredes de la misma. Asimismo existen varios orificios en el techo de esta planta, en primer lugar se puede apreciar un pequeño desprendimiento en el ala norte junto a las tolvas de residuos provocado

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

por desprendimientos provenientes de las plantas superiores. Además existe una perforación considerable situada en el techo entre las tolvas de empaque y la escalera, donde se han desprendido varios ladrillos y parte del enyesado del techo. En la Fig. 10 se puede ver la ubicación de los desperfectos realizada sobre el plano original (ver anexo II) al cual se han añadido indicadores de color mostrando las áreas donde se ubican los desperfectos.

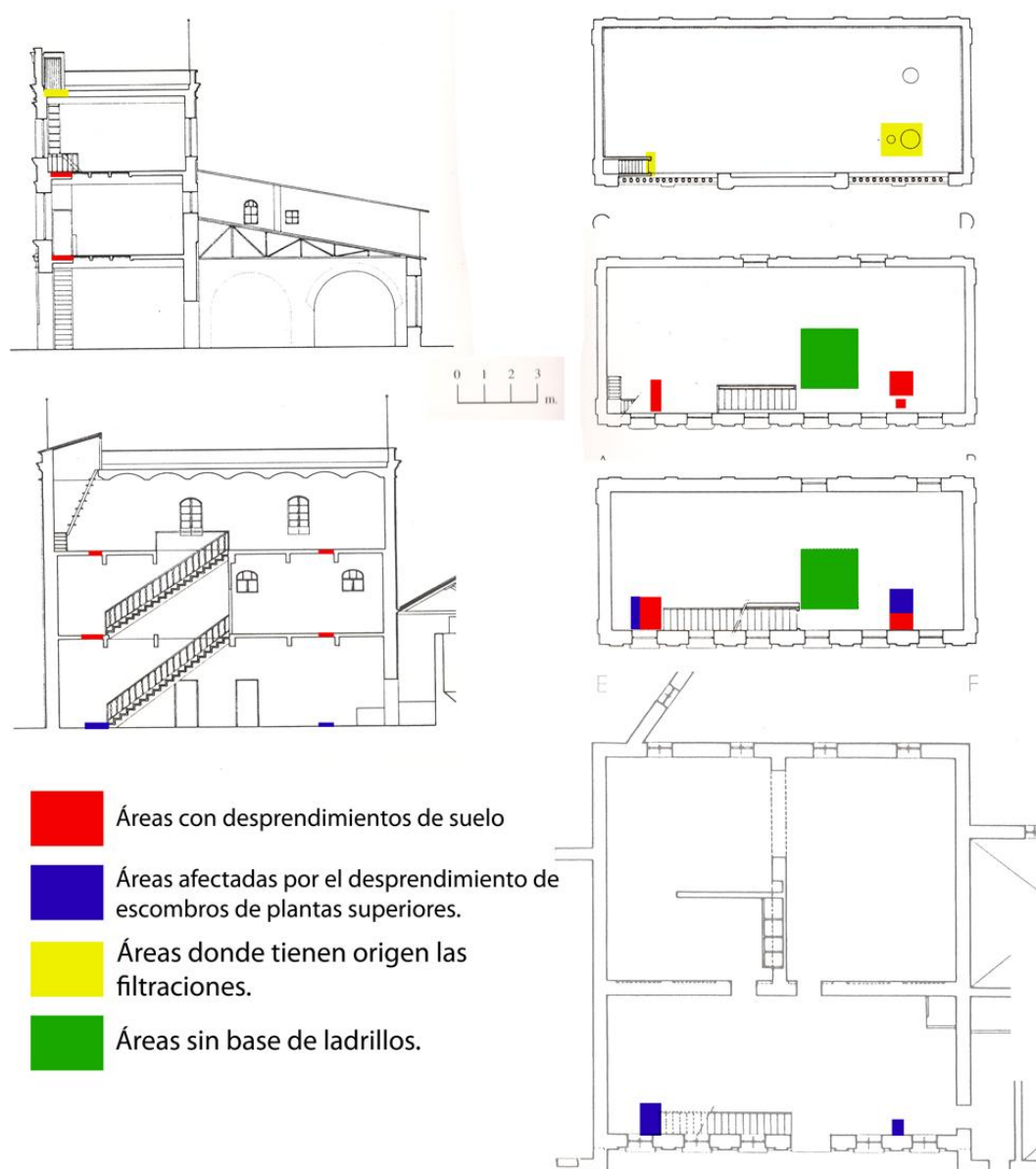


Fig. 10 - Esquema de desperfectos de la fábrica. Modificación realizada sobre el plano original mostrado en *Arquitectura para la Industria en Castilla-La Mancha* especificando las áreas afectadas por las filtraciones.

En el espacio de los almacenes se aprecia un daño considerable en el almacén sur, donde se puede comprobar que los anclajes al muro de la procesadora de salvados están desprendiéndose arrastrando con ellos parte del muro. Además la plataforma de madera que permite el acceso a la procesadora, se ha visto afectada por la humedad, estando parte de las vigas de soporte en estado de podredumbre y amenazando su desplome, especialmente si se produjese el desprendimiento de la procesadora de salvados. Por lo demás no se aprecian daños

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

significativos en la techumbre o los muros del almacén más allá del deterioro y suciedad acumulados.



Fig. 11 - Estado de la procesadora de salvados, se aprecia sobre esta cómo se está desprendiendo de la pared.

4.2.2.1 ANÁLISIS Y DESPERFECTOS DE LA PLANTA PRIMERA

En la planta primera, a pesar de que las humedades no se encuentran tan extendidas, sí que se han llegado a producir desprendimientos en puntos concretos. Principalmente existen dos desprendimientos significativos.

El primero se sitúa en el ala norte, justo encima de la deschinadora, donde se aprecia que uno de los ciclones de la planta segunda se ha desprendido, atravesando el suelo de la segunda planta y por consiguiente el techo de la primera. También se aprecian agujeros menores situados en el entorno de esta perforación, provocados probablemente por el debilitamiento del firme a causa del desprendimiento y la filtración de agua a través del techo de la segunda planta. El desprendimiento de ladrillos y otros materiales, así como la entrada de agua a través de estos agujeros han provocado que se hayan producido perforaciones en el suelo, las cuales afectan al techo de la primera planta, tal y como hemos mencionado en el punto anterior.

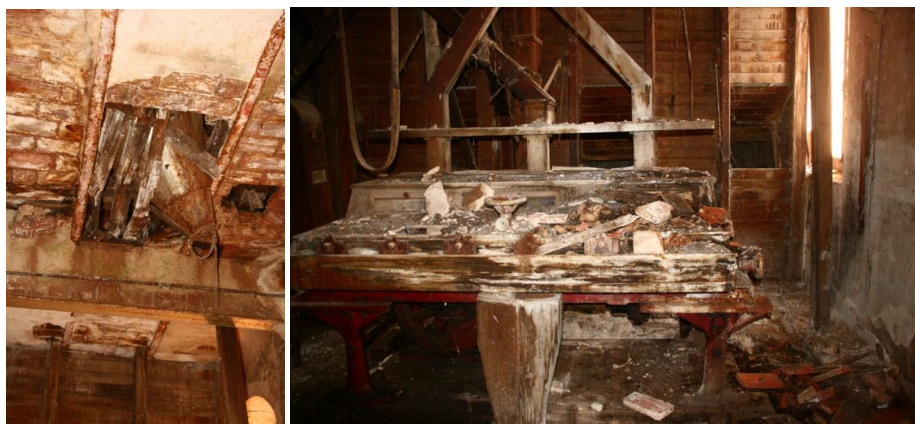


Fig. 12 - Imagen del ciclón desprendido (izq.) y de los escombros precipitados sobre la deschinadora (dcha.).

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

El segundo orificio está situado en el ala sur, junto al muro oeste, situado inmediatamente encima del acceso a la escalera de subida. En este punto se han desprendido varios ladrillos, y se pueden apreciar otros en un estado bastante precario que probablemente terminen de desprenderse. La perforación que se aprecia tiene un tamaño considerable de unos 60-80cm de diámetro. Además, al igual que en el caso anterior, el material desprendido ha dañado los escalones más bajos de la escalera, así como la barandilla y perforado el suelo de la planta, creando un orificio en el suelo de unos 50 cm de diámetro inmediatamente antes del acceso a la escalera, tratar de acceder a la misma, es excesivamente arriesgado, ya que no existen garantías de que el firme pueda soportar el peso de una persona sin precipitarse sobre la planta baja.



Fig. 13 - Boquetes producidos por los desprendimientos en suelo y techo del ala sur de la planta primera.

4.2.2.2 ANÁLISIS Y DESPERFECTOS DE LA PLANTA SEGUNDA

Debido a los daños sufridos por el suelo de la planta primera, actualmente acceder a la segunda planta resulta imposible sin poner en peligro la seguridad de quien pretenda hacerlo. Es por ello que en este proyecto hemos evitado el acceso a este espacio. Sin embargo, analizando los desperfectos apreciables en las plantas inferiores podemos concluir en parte el estado de esta.

Además debido a la antigüedad de la fábrica encontrar elementos similares no es sencillo. Esto es debido a que por una parte en pleno apogeo de las harineras en nuestro país durante las primeras décadas del siglo XX, convivió gran cantidad de maquinaria similar de diferentes marcas y modelos. Por otra parte la mayoría de las instalaciones de estas características han desaparecido, han actualizado la maquinaria, han vendido la maquinaria para chatarra o bien se encuentran igualmente abandonadas.

4.3 EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA

Actualmente en la fábrica se encuentra prácticamente la totalidad de la maquinaria empleada originalmente en el proceso productivo, si bien algunos elementos han desaparecido debido al deterioro del edificio, los desprendimientos o su venta por parte de los propietarios.

En segundo lugar, a pesar de encontrarse los elementos en la fábrica, como hemos explicado en el apartado anterior, no todos los espacios de la fábrica tienen una fácil accesibilidad, siendo muy arriesgado por ejemplo el acceso al segundo piso, por lo que tenemos que conformarnos con la documentación de que disponemos obtenida cuando estos espacios eran accesibles.

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

Asimismo el estado de las canalizaciones que comunicaban los diversos espacios y elementos de la fábrica se construían en función de las características de la fábrica (número de molinos, plantas, espacio, etc.), por lo que varían completamente de unas fábricas a otras y no es posible basarse en instalaciones similares para poder determinar la situación de las mismas

Debido a estos motivos para llevar a cabo la evaluación de la maquinaria nos centraremos en 6 aspectos básicos que nos permitirán decidir las posibilidades de que disponemos para llevar a cabo la reconstrucción de la instalación en este proyecto.

Los aspectos que hemos evaluado para cada elemento son los siguientes:

- **Estado:** Se evalúa si el elemento se encuentra presente actualmente o ha desaparecido. Asimismo se indica si está íntegro o se encuentra dañado.
- **Situación:** Indica el tercio de la planta en la que se sitúa. Estos son “Norte” para el más septentrional, “Sur” para el tercio meridional y “Centro” para el situado entre los dos anteriores.
- **Accesibilidad:** Indica el grado de accesibilidad que tiene el elemento como tal, siendo “Muy baja” la práctica imposibilidad de acceder al elemento, y “Alta” la posibilidad de acceder al elemento sin problemas.
- **Documentación:** Indica la cantidad de documentación gráfica de que se dispone actualmente sobre los diversos elementos.
- **Posibilidad de documentación in situ:** Indica la posibilidad de documentar fotográficamente el elemento en la propia instalación en base al estado del mismo y al grado de accesibilidad al elemento.
- **Posibilidad de documentación externa:** Indica el grado de posibilidad de documentar el elemento de forma externa. Bien mediante planos, libros o documentación en otras instalaciones similares que dispongan de la misma maquinaria o una cuyas diferencias sean muy bajas. En los casos que aparece “desconocida” indica que no hemos encontrado referencias al elemento hasta ahora, pero no se descarta que puedan existir otras instalaciones donde esté presente el mismo modelo de máquina.

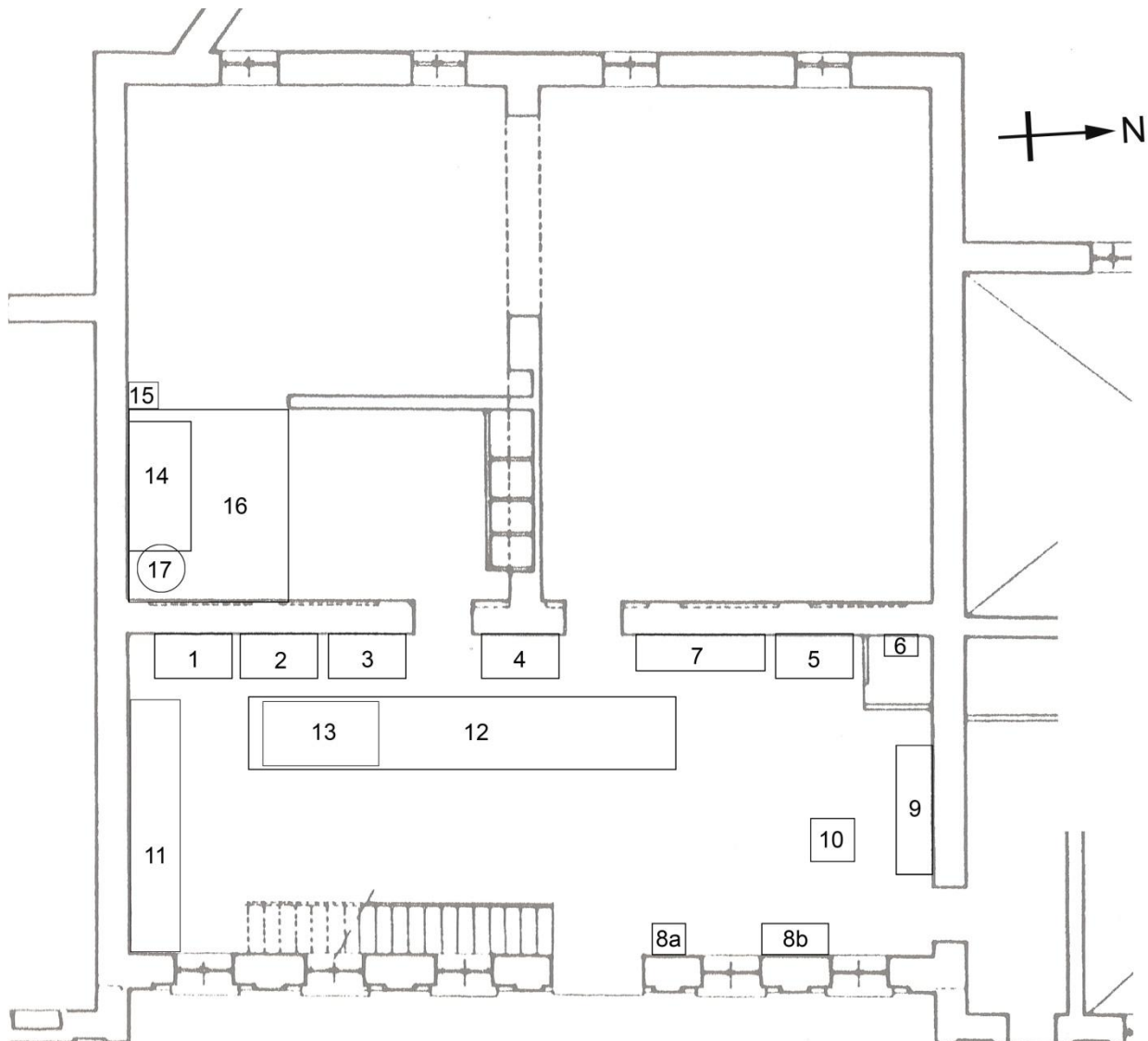
A continuación se muestran la relación de elementos de cada planta evaluados en cada uno de estos ámbitos (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), además incluimos un esquema explicativo de cada planta basado en los planos mostrados en *Arquitectura para la Industria en Castilla-La Mancha*. (Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995) al cual hemos añadido la disposición de los elementos de la maquinaria mediante cajas numeradas.

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

Planta baja							
Nº	Elemento	Estado	Situación	Accesibilidad	Documentación	Posibilidad de doc.in situ	Posibilidad de doc. externa
1	Elevadores finales	Desaparecidos	Sur	Alta	Baja	Ninguna	Desconocida
2-5	Elevadores intermedios	Presente	Sur-Centro-Norte	Alta	Media	Alta	Desconocida
6	Elevador inicial	Presente con daños	Norte	Alta	Media	Alta	Desconocida
7	Tolvas de residuos 1	Presente con daños	Norte	Alta	Media	Alta	Media
8	Tolvas de residuos 2	Presente con daños	Norte	Alta	Media	Alta	Media
9	Tolvas de residuos 3	Presente con daños	Norte	Alta	Media	Alta	Media
10	Elevador deschinadora	Presente	Norte	Alta	Media	Alta	Desconocida
11	Tolvas de empaque	Presente	Sur	Alta	Alta	Alta	Media
12	Poleas de transmisión	Parc. presente	Centro - Sur	Alta	Media	Alta	Desconocida
13	Báscula	Presente	Sur	Alta	Alta	Alta	Baja
14	Procesadora de salvado	Presente con daños	Sur	Baja	Baja	Baja	Desconocida
15	Tolva de salvado	Presente	Sur	Alta	Baja	Alta	Desconocida
16	Plataforma acceso procesadora	Presente	Sur	Alta	Baja	Media	Desconocida
17	Ciclón	Presente	Sur	Baja	Baja	Media	Media

Tabla 1 - Estado de la maquinaria de la planta baja

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN



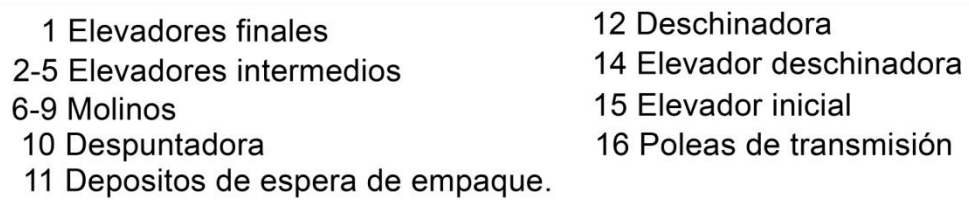
- | | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1 Elevadores finales | 12 Poleas de transmisión |
| 2-5 Elevadores intermedios | 13 Báscula |
| 6 Elevador inicial | 14 Cepilladora de salvados |
| 7-9 Empaque de deshechos | 15 Tolva de salvado |
| 10 Elevador deschinadora | 16 Plataforma de acceso a cepilladora |
| 11 Tolvas de empacado | 17 Ciclón |

Fig. 14 - Esquema de situación de la maquinaria de la planta baja. Se han añadido los elementos numerados al plano original para indicar la disposición de la maquinaria.

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

Planta primera							
Nº	Elemento	Estado	Situación	Accesibilidad	Documentación	Posibilidad de doc.in situ	Posibilidad de doc. externa
1	Elevadores finales	Por determinar	sur	Media	Ninguna	Baja	Desconocida
2-5	Elevadores intermedios	Presentes	Sur-Centro-Norte	Media	Baja	Media	Desconocida
6	Molino 1	Presente	Norte	Media	Baja	Media	Baja
7	Molino 2	Presente	Centro	Alta	Media	Alta	Baja
8	Molino 3	Presente	Centro	Alta	Baja	Alta	Baja
9	Molino 4	Presente	Sur	Media	Baja	Media	Baja
10	Despuntadora	Presente	Norte	Baja	Baja	Baja	Desconocida
11	Silos de empaque	Presente	Sur	Media	Media	Media	Media
12	Deschinadora	Presente, muy dañada	Norte	Baja	Baja	Baja	Baja
13	Silos de espera	Presente	Norte	Baja	Baja	Baja	Media
14	Elevador deschinadora	Desaparecido	Norte	Media	Ninguna	Muy baja	Desconocida
15	Elevador inicial	Presentes	Norte	Baja	Ninguna	Baja	Desconocida
16	Poleas de transmisión	Presente	Sur-Centro-Norte	Alta	Baja	Alta	Baja

Tabla 2 - Estado de la maquinaria de la planta primera



40

ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN

Planta segunda							
Nº	Elemento	Estado	Situación	Accesibilidad	Documentación	Posibilidad de doc.in situ	Posibilidad de doc. externa
1	Elevadores finales	Por determinar	Por determinar	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Desconocida
6	Elevador inicial	Presentes	Norte	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Desconocida
2-5	Elevadores intermedios	Presentes	Norte-Centro-Sur	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Desconocida
7	Plansichter 1	Presente	Centro	Muy baja	Baja	Muy baja	Media
8	Sasor	Presente	Sur	Muy baja	Baja	Muy baja	Muy baja
9	Plansichter 2	Presente	Sur	Muy baja	Baja	Muy baja	Media
10	Recolector de mangas	Presente	Centro	Muy baja	Baja	Muy baja	Media
11	Satinadora	Presente	Norte	Muy baja	Muy Baja	Muy baja	Muy baja
12	Plataforma y noria	Presente	Norte	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Desconocida
13	Triarvejones	Presentes	Norte	Muy baja	Baja	Muy baja	Baja
14	Silos de espera	Presente	Norte	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Desconocida
15	Ciclón 2	Presente	Norte	Muy baja	Baja	Muy baja	Media
16	Ciclón3	Presente	Norte	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Media
17	Ciclón 1	Presente, muy dañado	Norte	Muy baja	Baja	Muy baja	Media
18	Elevador deschinadora	Desconocido	Norte	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Desconocida
19	Tarara	Presente	Norte	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Baja

Tabla 3 - Estado de la maquinaria de la planta segunda

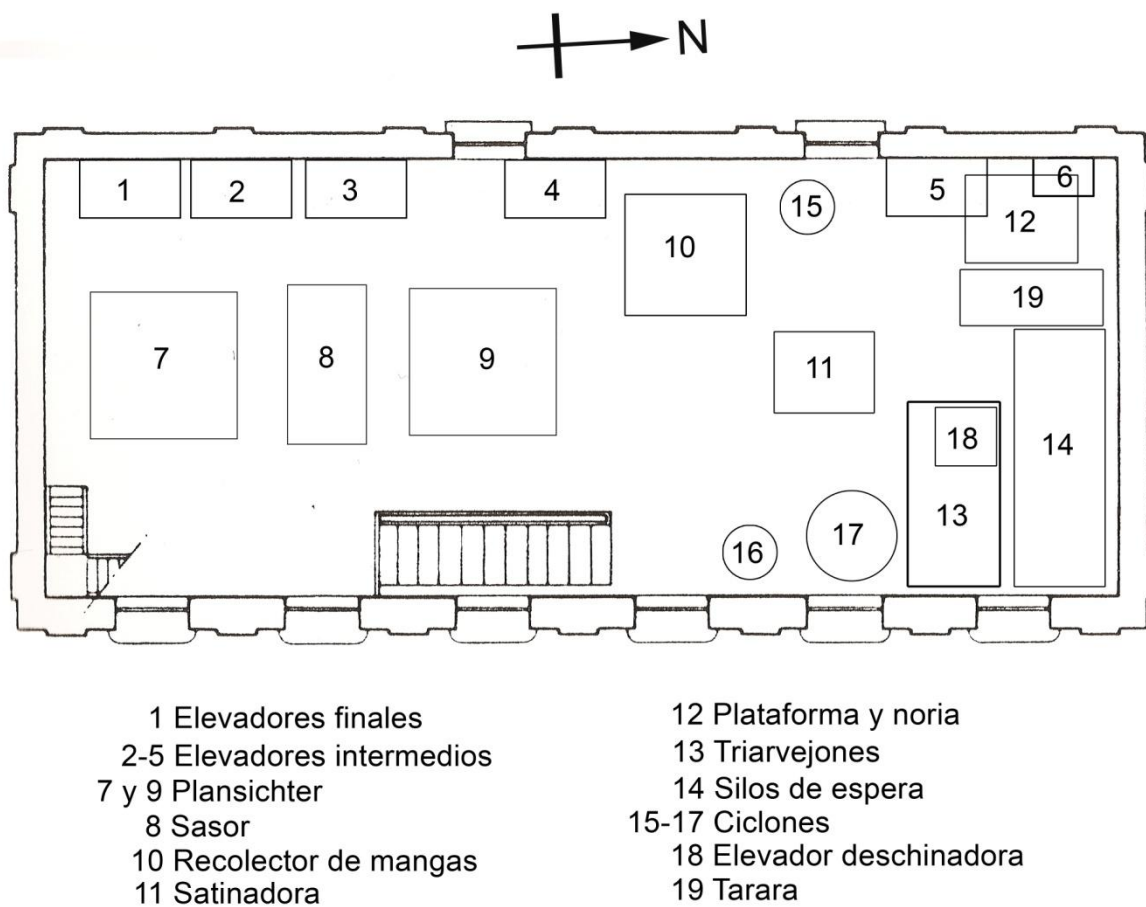


Fig. 16 - Esquema de situación de la maquinaria de la planta segunda. Se han añadido los elementos numerados al plano original para indicar la disposición de la maquinaria.

4.4 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

El estado exterior del edificio es bastante bueno, pudiendo obtener suficiente material para llevar a cabo la reconstrucción, y posibilidad de acceder a prácticamente todo el perímetro para poder documentarnos fotográficamente.

En el interior es donde encontramos más problemas, ya que hay determinadas zonas que entraña un riesgo para la seguridad, como es el caso de la planta segunda y parte de la planta primera. Si bien, al no existir en estas plantas habitaciones o muros de separación, y disponer de material fotográfico de las mismas, así como la posibilidad de obtener nuevas imágenes, podemos llevar a cabo una reconstrucción bastante exacta de estos espacios.

En cuanto a la maquinaria, como podemos deducir de las tablas del punto anterior, vemos que en su mayoría se encuentra presente. Algunos elementos han desaparecido pero se encuentran documentados. El mayor problema es el acceso a las distintas máquinas.

El acceso a la planta baja no presenta ningún problema, prácticamente todos los elementos son accesibles y fácilmente documentables.

A la planta primera se puede entrar con precaución, pero el acceso a los elementos, especialmente a los de la mitad norte de la planta resulta arriesgado por peligro de desprendimientos. Es recomendable limitar el acceso a estos elementos en la medida de lo posible.

La planta segunda es completamente inaccesible y disponemos de escaso material en el que basarnos para la reconstrucción de los elementos que en ella se encuentran. Sabemos los elementos presentes en la misma, pero no podemos acceder a ellos. Además desconocemos la distribución de las canalizaciones existentes y el sistema de distribución de la sémola y el grano entre ellos y resulta bastante difícil de obtener.

5 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN

Una vez llevado a cabo el análisis de la instalación, procedemos a definir el alcance de la reconstrucción a realizar. Puesto que una reconstrucción completa es demasiado compleja y teniendo en cuenta que existen espacios cuyo acceso resulta imposible, procederemos a definir en qué grado se reconstruirá la infraestructura separando la reconstrucción del edificio y la maquinaria.

5.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

Como hemos indicado en el apartado anterior, el estado del edificio es bueno, además disponemos de buena documentación y la posibilidad de acceder a la mayor parte del mismo en cualquier momento. El único inconveniente se encuentra en el estado de algunos puntos de los suelos y techos de las distintas plantas. Si bien, sobre estas disponemos de suficiente documentación para reconstruirlas, ya que únicamente se ven afectadas pequeñas porciones de superficie, pudiendo reconstruir digitalmente las zonas dañadas basándonos en las que se encuentran en buen estado.

Por estos motivos, decidimos a cabo una reconstrucción del edificio íntegra. Esto es, se reconstruirán en detalle todos los espacios de la instalación, incluyendo las distintas plantas del edificio principal y los almacenes. Además se reconstruirán los elementos que sin ser maquinaria pertenecen a la infraestructura (puertas, ventanas, escaleras, etc.). Se deberá lograr una ambientación del edificio lo más cercana posible a la realidad, tratando de lograr un alto grado de similitud en las proporciones tanto internas como externas así como en las texturas e iluminaciones del mismo.

5.2 DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINARIA

En primer lugar tenemos la dificultad de que gran parte de estos elementos tienen una accesibilidad muy limitada, por lo que reconstruirlos en detalle resultará excesivamente complicado para este proyecto. Asimismo deseamos que el modelo final reconstruido posea cierta coherencia que nos permita comprender la distribución de los distintos espacios de la fábrica y la comunicación entre los mismos. Sin embargo una reconstrucción íntegra de las instalaciones resulta excesivamente compleja y costosa para este proyecto. Es por ello que se debe plantear una propuesta realista pero sin olvidar la finalidad didáctica del proyecto que es comprender el estado y funcionamiento de la fábrica.

Tras analizar estos aspectos, se opta por la solución de dividir la fábrica en diferentes espacios, los cuales tendrán diferente grado de reconstrucción que serán los siguientes:

DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA RECONSTRUCCIÓN

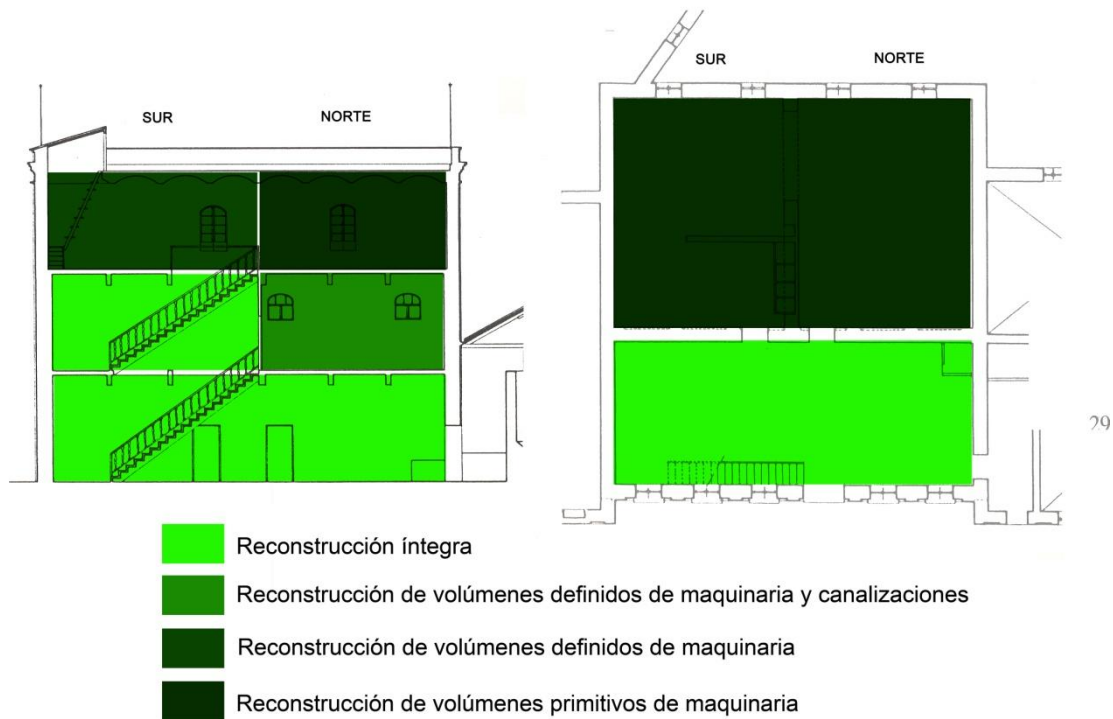


Fig. 17 - Esquema de reconstrucción de la maquinaria. Por plantas (izq.) y planta baja (dcha.).

- **Reconstrucción íntegra:** Se reconstruirá toda la maquinaria en detalle, tanto el aspecto exterior como el interior, siendo las canalizaciones huecas así como definidas en el mayor grado posible el interior de la maquinaria de estos espacios. Estos elementos tendrán texturas lo más aproximadas posibles a las texturas reales.
- **Reconstrucción de volúmenes definidos de maquinaria y canalizaciones:** Se reconstruirán todos los elementos presentes en un alto grado de aproximación en cuanto a volumen ocupado y aspecto externo, pero se omitirá la reconstrucción interna de los elementos, siendo estos por tanto macizos. No se crearán texturas para estos elementos, aplicando únicamente un material de color neutro.
- **Reconstrucción de volúmenes definidos de maquinaria:** Se reconstruirá únicamente la maquinaria presente, omitiendo las canalizaciones en un alto grado de aproximación en cuanto a volumen ocupado y aspecto externo, pero se omitirá la reconstrucción interna de los elementos, siendo estos por tanto macizos. No se crearán texturas para estos elementos, dejándolos simplemente en un color neutro.
- **Reconstrucción de volúmenes primitivos de maquinaria:** Se representarán los espacios ocupados por las maquinarias mediante primitivas básicas (cajas, cilindros y conos) únicamente la maquinaria presente, omitiendo las canalizaciones con el fin de representar el espacio y posición ocupado por estos. y a pero sin detallar su aspecto real. No se crearán texturas para estos elementos, aplicando únicamente un material de color neutro.

6 MEDIOS EMPLEADOS

Para llevar a cabo el trabajo deberos disponer de diversos elementos tanto que nos permitan llevar a cabo la recopilación de material documental así como la creación del propio modelo. A continuación especificamos los recursos tanto físicos como de software empleados en el desarrollo de este proyecto.

6.1 HERRAMIENTAS FÍSICAS

Portátil ACER Aspire 5740G: Este equipo nos servirá como principal herramienta para llevar a cabo los procesos tanto de diseño 3D y 2D, como para la redacción de la documentación asociada al proyecto. A continuación indicamos las principales características del dispositivo²:

- *Procesador:* Intel Core i5-430M 2.26 GHz @ 2.53 GHz
- *Placa base:* Intel ID0044
- *Memoria:* 4096 MB, DDR3 PC3-8500F (533 MHz), Kingston
- *Adaptador gráfico:* ATI Mobility Radeon HD 5470 - 512 MB, Núcleo: 750 MHz, Memoria: 800 MHz, hasta 2234 MB Hyper Memory
- *Pantalla:* 15.6 pulgadas 16:9, 1366x768 píxeles, HD LED LCD
- *Disco duro:* 320 GB - 5400 rpm, 320GB 5400rpm Hitachi HTS545032B9A300 (320 GB, 5400 RPM, SATA-II)

Cámara fotográfica CANON EOS 400D: Este dispositivo nos permitirá tomar fotografías de los distintos elementos a reconstruir, las cuales nos permitirán por una parte documentar el proyecto y servir de referencia para llevar a cabo el diseño de la infraestructura así como para poder obtener las texturas de ciertos elementos directamente de los propios modelos originales. A continuación indicamos las principales características del dispositivo³:

- Sensor CMOS de 10,1 megapíxeles
- Sistema integrado de limpieza EOS
- LCD de 2,5"
- AF en 9 puntos
- Función "Estilo de Imagen"

² Acer Aspire 5740G-6979 Notebook specs. PCWorld. [consulta 23-10-2012]. Disponible en: <http://www.pcworld.com/>

³ Canon EOS 400D. Canon. [consulta 23-10-2012]. Disponible en: <http://www.canon.es/>

MEDIOS EMPLEADOS

- DIGIC II: ráfagas a 3 fps durante 27 exposiciones
- Software RAW DPP
- Compacta y ligera
- Compatible con los objetivos EF/EF-S y los flashes Speedlite EX

Trípode: Empleado para la toma de fotografías que requieren una mayor estabilidad ya sea por necesidades de luz de la escena o por necesidades de posicionamiento de la cámara.

Testigos de medición: Se trata de dos testigos de 1,6m y 0,5m fabricados por nosotros para la medición y toma de referencias en fotografías. Consisten en dos varillas de madera de 2cm de grosor, pintada pintura negra a franjas de diferentes medidas (10, 5 y 1cm). que nos permitirán poder tomar medidas al procesar las fotografías en el lugar de trabajo.

Casco de seguridad: Adaptado a la norma europea EN 397 sobre cascos de protección para la industria. Empleado para la protección frente a posibles desprendimientos de fragmentos de ladrillos u otros materiales de construcción.

6.2 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE⁴

Autodesk 3ds max 2013: Software de diseño de creación de gráficos y animación 3D empleado para la creación del modelo de la instalación. Se trata de una herramienta muy potente que nos permitirá llevar a cabo las tareas tanto de modelado, texturizado, animación y renderizado de los distintos elementos.⁵

GIMP: Herramienta de edición de imágenes digitales en formato de mapa de bits. Con ella llevaremos a cabo la creación y edición de las texturas que posteriormente se aplicarán a los elementos del modelo.⁶

Microsoft Office 2007: Suite ofimática empleada para creación de la documentación asociada al proyecto.

⁴ Ver Anexo III: Estudio del software emplead.

⁵ Autodesk 3ds Max [Consulta el 20-02-2013]. Disponible en <http://www.autodesk.com>

⁶ GIMP [Consulta el 20-02-2013] Disponible en <http://www.gimp.org>

7 DOCUMENTACIÓN

En esta fase abordaremos el proceso de obtención de documentación relativa a la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle, tales como planos, fotografías o cualquier otro elemento que pueda aportarnos información valiosa sobre la instalación y su funcionamiento.

En este proceso de documentación podemos definir dos subfases, una documentación inicial en la que se trata de recopilar toda la información posible, especialmente aquella publicada en diversos soportes que nos permita situar el contexto de la fábrica, así como analizar la instalación y posteriormente otra fase de documentación iterativa, que permite completar la información necesaria para ciertos aspectos concretos de la fábrica.

En primer lugar llevamos a cabo un proceso de documentación tratando de obtener la suficiente información sobre la infraestructura para poder comenzar el proceso de diseño del modelo. Para ello nos centramos en diferentes ámbitos:

- **Documentación existente:** En primer lugar realizamos búsquedas de información publicada previamente sobre la instalación, tales como monografías, planos, artículos, etc. Para ello acudimos a diversos medios:
 - *Documentación original:* Buscamos publicaciones, manuales o cualquier tipo de información original relativa a la creación de la fábrica y la instalación de la maquinaria en las instalaciones y oficinas de la fábrica. Sin embargo la búsqueda no da frutos, todo tipo de manuales, diagramas, etc. han desaparecido con el paso de los años.
 - *Archivo histórico provincial de Ciudad Real:* Habitualmente existe información sobre la industria e instalaciones de las poblaciones en este tipo de archivos. Sin embargo, en este caso pese a las búsquedas realizadas nos confirmaron que no existía ningún tipo de información al respecto de dicha instalación.
 - *Contacto con el Grupo Buhler:* Tratamos de ponernos en contacto con los fabricantes de la maquinaria, el grupo Buhler cuya maquinaria fue la que se instaló originalmente y la cual se mantiene en gran parte actualmente en la instalación. De este modo queríamos tratar de obtener planos o información acerca de los modelos de maquinaria instalada en la fábrica. Si bien nos contestaron indicando que remitían la consulta al departamento de molinería, nunca volvimos a recibir respuesta de ellos.
 - *Publicaciones:* Tras una búsqueda exhaustiva, únicamente logramos encontrar una publicación con información suficientemente relevante sobre la fábrica. Se trata de una publicación de la Universidad de Castilla – La Mancha sobre el patrimonio arquitectónico industrial de esta comunidad. En este libro existe un capítulo dedicado al patrimonio industrial harinero de Castilla – La Mancha, y se hace especial mención de la Fábrica de Harinas Nuestra Señora del Valle como ejemplo del mismo, explicando su origen y su funcionamiento. Asimismo viene ilustrado por diversos planos de la fábrica y los almacenes levantados por arquitectos de dicha universidad de forma moderna.

DOCUMENTACIÓN

- *Documentos gráficos:* Tratamos de obtener fotografías antiguas de la fábrica, tanto exterior como interior que poseyesen los propietarios o el personal relacionado con la fábrica. De este modo logramos obtener varias imágenes antiguas en blanco y negro de la fachada y una más del interior de la planta primera. Además logramos obtener varias fotografías modernas en color de la planta segunda y la azotea que nos resultarán muy útiles debido a la imposibilidad de acceso a estos espacios.
- *Otras instalaciones:* Gracias a la facilidad de información disponible en internet, buscamos otras instalaciones similares a la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle existentes en España. Debido a la gran proliferación de harineras en las primeras décadas del siglo XX existen múltiples fábricas por todo el territorio nacional. Si bien la mayor parte de estas se encuentran en situación de abandono, y las que no lo están y se mantienen en funcionamiento han cambiado la maquinaria instalada en pos de una mayor productividad.
- Por todo ello existen pocas fábricas que sigan manteniendo una maquinaria similar a la de la fábrica objeto de nuestro estudio. Únicamente nos son útiles aquellas que están siendo reconvertidas en museos o están en proceso. Aun así se da el caso de que debido al auge de las fábricas de harinas existieron múltiples distribuidores y modelos de maquinaria industrial destinada a la molturación, por lo que resulta prácticamente imposible encontrar una instalación que posea exactamente la misma maquinaria que nuestra instalación.
- Por tanto estas fábricas y su información asociada nos pueden ser interesantes para comprender el funcionamiento de la fábrica en su conjunto ya que todas seguían un proceso similar, pero no tanto para documentar la maquinaria en sí.
- **Documentación creada:** Además de la información existente, generaremos nosotros nuestros propios documentos que permitan guiar nuestro trabajo, especialmente mediante la obtención de fotografías de la instalación así como entrevistando a los propietarios de la instalación.
 - *Documentación gráfica:* Nos desplazamos a la instalación con el fin de fotografiarla, de modo que obtengamos suficientes imágenes relevantes para llevar a cabo la reconstrucción. Estas imágenes nos serán útiles a la hora de guiar el proceso de modelado, así como para la creación de las texturas. De este modo fotografiamos de forma exhaustiva tanto el interior como el exterior de la fábrica. Si bien no podemos llevar a cabo fotografías del interior de la segunda planta ni de la azotea debido a la imposibilidad de acceder a las mismas sin poner en riesgo nuestra integridad física.
 - *Documentación escrita:* Gracias a la colaboración de los propietarios de la instalación, estos nos muestran la instalación indicándonos los distintos elementos existentes de la maquinaria así como el proceso productivo. Además su testimonio nos permite conocer la historia de la Fábrica de Harinas desde prácticamente su creación hasta el fin de la producción en la misma, indicándonos las reformas abordadas, cambios en la maquinaria, etc. De este

DOCUMENTACIÓN

modo, junto con la información recogida previamente creamos un pequeño documento informativo que nos permite comprender en mayor profundidad la lógica de la fábrica y su funcionamiento (ver anexo I).

8 CREACIÓN DEL MODELO

Una vez finalizadas todas las fases de preparación, comenzamos con la fase creación del modelo virtual. Esta a su vez estará dividida en las siguientes subfases: Modelado del edificio.

- Iluminación del edificio.
- Texturizado del edificio.
- Modelado de la maquinaria.
- Texturizado de la maquinaria.

Tal y como se indicó en el apartado 1.1.Fases de desarrollo, no existe una subfase de iluminación del edificio, por ser esta la misma que la del propio edificio (ya que se encuentra en el interior del mismo). Por tanto tras la realización de dichas fases el modelo quedará listo para llevar a cabo la animación y renderizado de las imágenes finales.

Cada una de estas subfases requiere la realización de tareas dependientes entre sí. El modelo planteado para ejecutar estas tareas es el modelo en espiral, el cual tendrá la siguiente estructura:

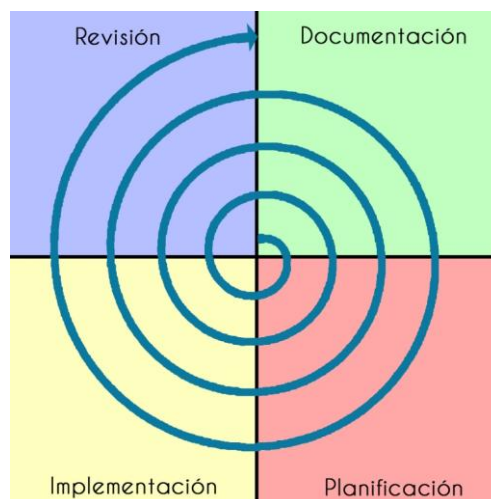


Fig. 18 - Modelo del proceso de creación del modelo 3D

Cada subfase consta de cuatro procedimientos que se repiten en cada una de ellas:

- **Documentación específica:** Se revisará y, si es necesario, se completará la documentación inicial obtenida. Este proceso se lleva a cabo, ya que en muchos casos se requiere especialmente en lo que a documentación gráfica se refiere obtener nuevas imágenes de detalle de ciertos elementos arquitectónicos o de maquinaria, que no se hayan obtenido previamente.
- **Planificación:** Se planteará y definirá el modo de llevar a cabo la implementación así como su justificación ya que como es habitual en diseño, existen múltiples caminos para obtener un mismo resultado.
- **Implementación:** En este proceso se procederá a llevar a cabo la reconstrucción como tal, procediendo a crear y configurar los elementos requeridos.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Revisión:** Por último, antes de pasar a la siguiente subfase, se revisará la corrección de todos los elementos creados así como la coherencia con los elementos creados en subfases anteriores, con el fin de que no haya errores de correspondencia o incongruencias entre los distintos objetos creados.

8.1 MODELADO DEL EDIFICIO

El primer paso para llevar a cabo la reconstrucción, es crear la estructura que servirá de base para todo el modelo, esto es, el edificio como tal. Para ello deberemos reconstruir toda la estructura del mismo, incluyendo tanto el cuerpo principal de la fábrica como los almacenes traseros. Se debe hacer especial hincapié en los detalles de ladrillo de la fachada principal de estilo neomudéjar así como en el encabezado de la misma que aportan a la fábrica su interés arquitectónico. Además, se crearán diversos elementos auxiliares que no forman parte del propio edificio como tal, sino de las construcciones adyacentes a la instalación que nos permitirán obtener unos resultados más completos y atractivos en los renders finales.

8.1.1 DOCUMENTACIÓN:

Al tratarse de la primera subfase, el proceso de documentación no es excesivamente amplio. Además, al poseer los planos que nos servirán de guía, el proceso de reconstrucción será mucho más sencillo, ya que las proporciones y medidas vendrán guiadas por estos. Si bien, estos planos fallan en los detalles, ya que se trata de una fuente escaneada y ampliada con la consiguiente pérdida de resolución. Por tanto, será necesario tomar imágenes en detalle de diversos elementos ya que la mayoría de imágenes tomadas en la documentación inicial son de carácter general y no se aprecian correctamente los detalles. Para ello tomaremos imágenes específicas de:

- **Decoración de la fachada:** En la cual podemos destacar cuatro grupos de elementos de interés:
 - *Ornamentos de las ventanas:* Cada hilera de ventanas posee una ornamentación diferente (ver fig.) compuesta de un alfeizar sobresaliente del nivel del muro, así como un dintel ornamentado.



Fig. 19 – Detalles de los relieves de las ventanas de las plantas primera (izq.) y segunda. (dcha.).

- *Relieves de columnas:* Situadas en todo el perímetro del edificio, existen un total de veinte columnas sobresalientes a intervalos regulares. Estas columnas están ornamentadas en diferentes puntos de su altura mediante relieves de ladrillo.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Cornisas:** Rodeando todo el perímetro del cuerpo principal del edificio se sitúan diversas cornisas de ladrillo en relieve, que toman una mayor complejidad en la parte superior de la fachada.



Fig. 20 - Detalle de las cornisas de la esquina sureste.

- **Detalles del encabezado del edificio principal:** En la parte superior de la fachada, se encuentra un encabezado de ladrillo flanqueado por dos pequeñas columnas ornamentadas donde antiguamente se situaba el rótulo que mostraba el nombre de la fábrica. A ambos lados del mismo se sitúa una balaustrada de cemento que abarca toda la fachada principal a ambos lados del encabezado.

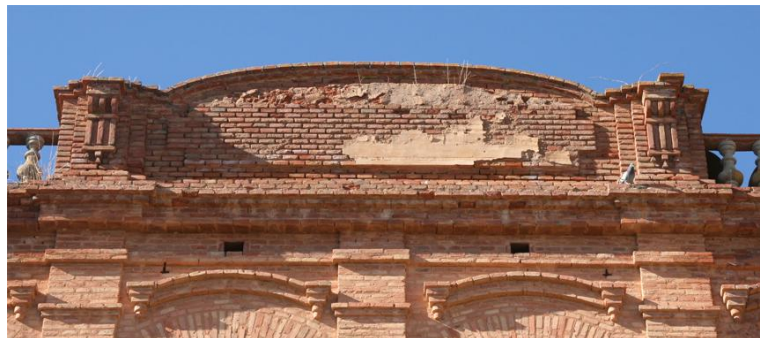


Fig. 21 - Imagen del rótulo destruido del encabezado.

- **Medidas de ventanas y puertas:** Ya que las imágenes de los planos resultan poco precisas debido a la ampliación, tomaremos imágenes en detalle de las ventanas y puertas junto con los testigos para poder obtener las medidas exactas de estas.



Fig. 22 - Ventana de la planta baja, se aprecia el testigo situado en el extremo derecho de la foto.

- **Estructura de los techos de las plantas:** Tomaremos imágenes de las vigas, y sus uniones con el techo de las plantas, para poder situarlas correctamente. También nos tomaremos nuevas imágenes que completen las existentes en los suelos desmontables de las diferentes plantas.

8.1.2 PLANIFICACIÓN:

Para llevar a cabo el modelado del edificio optaremos por la reconstrucción mediante planos perpendiculares. Para ello utilizaremos los planos obtenidos del libro X consultado durante la fase de documentación los cuales nos brindan una información muy completa ya que muestran las diferentes vistas tanto del edificio principal como de los almacenes. El proceso de creación del modelo conllevará las siguientes tareas:

1. Creación y ajuste de los planos: Se crearán y ajustarán los planos que se emplearán como referencia en la creación del modelo.
2. Levantamiento de los muros: Implica el modelado de los muros a partir de las imágenes de referencia.
3. Perforación de puertas y ventanas: Se crearán los vanos donde irán insertadas las puertas y ventanas del modelo.
4. Reconstrucción de ornamentos de la fachada: Se procederá a la creación de todos los ornamentos y decoraciones existentes en la fachada de la fábrica, tales como dinteles, cornisas, etc.
5. Reconstrucción del encabezado, balaustrada y antepecho de la azotea: Tras crear los ornamentos, se crearán los elementos arquitectónicos que conforman el conjunto de la azotea.
6. Creación de tejados de los almacenes: Consiste en el cerramiento superior de los almacenes, incluyendo la estructura de vigas que soportan los tejados de ambos almacenes.

CREACIÓN DEL MODELO

7. Reconstrucción de ventanas y puertas: Se crearán las puertas y ventanas y se insertarán en los correspondientes vanos.
8. Reconstrucción de suelos y techos de las plantas: Implica la creación de los suelos, así como las vigas y estructuras que los componen.
9. Reconstrucción de escaleras: Se crearán las escaleras que comunican las distintas plantas y los elementos asociados a ellas.
10. Reconstrucción de la azotea. Se creará la caseta de acceso a la azotea así como las chimeneas de evacuación de polvo y residuos.
11. Creación de los almacenes adyacentes: Se crearán los volúmenes de los dos almacenes situados a ambos lados del edificio, con el fin de situar en contexto al edificio, aunque estos no se reconstruirán en detalle.
12. Creación de los elementos del patio. Se crearán los diversos elementos asociados a la instalación situados en el patio, tales como el muelle de carga, el suelo del patio o el tejadillo de chapa.
13. Creación de elementos del almacén sur. Se crearán los elementos asociados al almacén sur, estos son la plataforma de madera y su escala de acceso así como el muestrario y la hilera de vigas de la pared.

8.1.3 IMPLEMENTACIÓN:

Procederemos a llevar a cabo la creación del modelo 3D del edificio, a continuación procedemos a explicar el trabajo a realizar en cada una de las tareas planificados en el punto anterior.

1. Creación y ajuste de los planos.

En primer lugar crearemos tantas primitivas de tipo plano como imágenes de planos poseemos. En nuestro caso se trata de siete planos que representarán cada uno las siguientes vistas:

- Perfil derecho del cuerpo principal y los almacenes.
- Alzado del interior del cuerpo principal
- Alzado de la fachada del cuerpo principal.
- Planta de la planta baja y los almacenes
- Planta de la planta primera.
- Planta de la planta segunda.
- Planta de la azotea.

El plano que contendrá la imagen de la vista de de perfil se creará alineado con el plano YZ del sistema de coordenadas global, del mismo modo que los que muestren alzados se alinearán con el plano XZ y los que muestren vistas de plantas con el plano XY. (Fig. 23)

CREACIÓN DEL MODELO

Tras crear los planos primitivos crearemos las texturas correspondientes a cada vista, para ello crearemos un material Standard por cada plano y le asociaremos el archivo .jpg que muestra cada plano en el mapa *diffuse* del material. Hecho esto, procederemos a aplicar los distintos materiales a cada plano primitivo según su orientación.

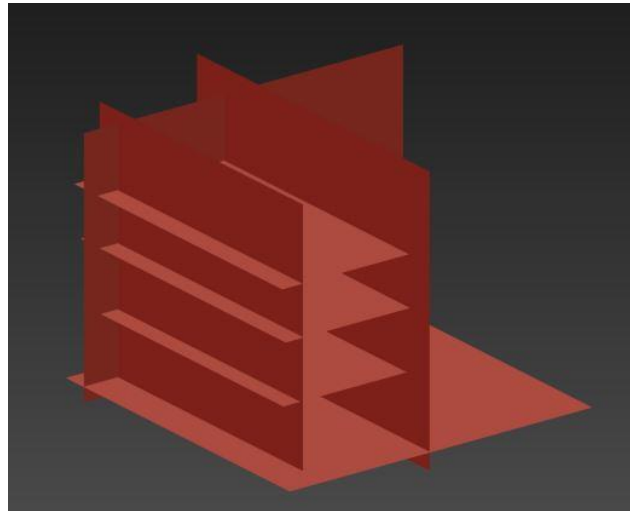


Fig. 23 - Disposición de los planos primitivos antes de aplicar las texturas.

A continuación mediante el uso de la herramienta tape (cinta métrica) crearemos cintas de referencia con las medidas de ancho, alto y largo reales de la fábrica.

El siguiente paso consiste en ajustar el tamaño de los planos a las medidas de referencia creadas con el fin de que coincidan las imágenes mostradas en los planos con las medidas reales de la fábrica.

Por último, tan sólo queda situar los planos de forma que conformen una estructura de referencia para comenzar a crear los muros del edificio. La disposición de los mismos se puede apreciar en la imagen que mostramos a continuación.

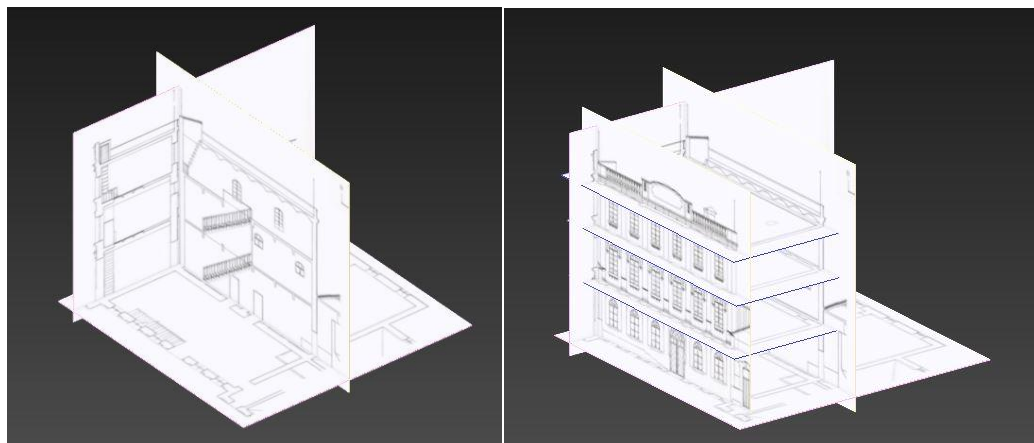


Fig. 24 - Disposición de los planos una vez texturizados. Vistas alzado interior, planta de la planta baja y perfil derecho (izq.). Todos los planos texturizados. (dcha.)

2. Levantamiento de los muros.

Para llevar a cabo el levantamiento de los muros, nos guiaremos mediante los planos creados en el punto anterior. Para ello, emplearemos objetos de tipo *spline* siguiendo el contorno de los muros mostrados en la planta del edificio, haremos caso omiso de las ornamentaciones.

Tras crear estos objetos, aplicaremos el modificador *extrude* (extrusión) para darles volumen y los levantaremos hasta la altura correspondiente en base a los tamaños mostrados en los planos.

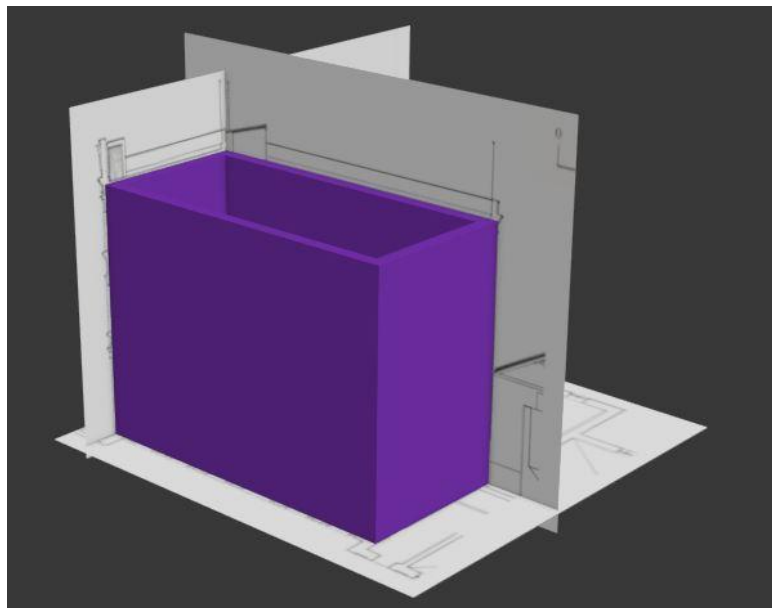


Fig. 25 - Vista en perspectiva del levantamiento de los muros del edificio principal.

En la parte baja de la fachada principal, existe un relieve de ladrillo que abarca el primer metro inferior de fachada, y que acaba a la altura de los alfeizares de las ventanas de la planta baja. Para crearlo, crearemos el perfil mediante un *spline*, y posteriormente lo extruiremos con una anchura igual a la de la fachada.

En el caso de los almacenes, deberemos crear mediante un *spline* los muros sur y oeste del almacén sur, así como el muro central que separa ambos almacenes. Además, el almacén sur, posee un añadido en la parte superior de estos tres muros, construido posteriormente en ladrillo y cemento. Para la creación de este añadido, crearemos una nueva *spline* extruida con un contorno similar en trazado al muro inferior, pero con un grosor menor. Otro *spline extruido* hará las veces del muro divisor del almacén sur, el cual tendrá una altura igual a la suma del muro inferior mas el añadido del tramo superior.

Para el almacén norte, crearemos un *spline* con el contorno de los muros oeste y norte, el cual extruiremos con una altura igual al muro inferior del almacén sur.

Por último, ya que los almacenes poseen un tejado inclinado, y por tanto los muros de los mismos no son rectos en su parte superior, deberemos modificarlos para lograr dicha

CREACIÓN DEL MODELO

inclinación. Primero extruiremos los muros hasta la máxima altura y posteriormente ajustaremos los muros.

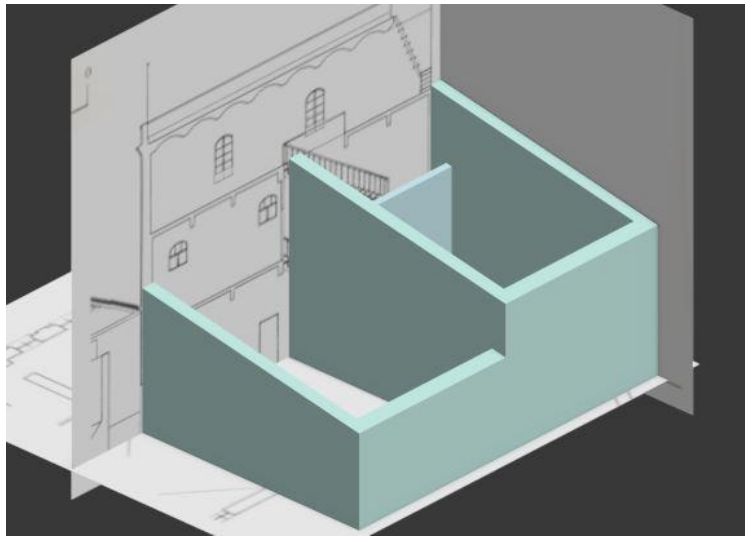


Fig. 26 Vista en perspectiva del levantamiento de los muros de los almacenes.

Para ello, convertiremos los muros correspondientes a los almacenes en objetos de tipo *editable poly*, esto es, una malla que permita la manipulación de vértices, aristas, caras, etc. A continuación tomaremos los vértices de los muros que debemos reducir, y los desplazaremos hacia abajo en el eje Z para que se ajusten a su posición real.

3. Reconstrucción de ornamentos de la fachada:

En primer lugar, crearemos los volúmenes que posteriormente crearán los huecos de las puertas y las ventanas. Estos nos servirán como referencia de cara a situar los ornamentos de la fachada y, una vez creados estos, se procederá a la creación de los correspondientes vanos.

Por tanto, en primer lugar crearemos los objetos sólidos que crearán más tarde los huecos dejados por puertas y ventanas. Para ello, usaremos de nuevo objetos de tipo *spline* con la forma de las puertas y las ventanas a perforar. Estos objetos, deben ser más anchos que el muro para que la perforación sea completa.

Crearemos un objeto por hilera de ventanas, y uno por cada puerta. A continuación procederemos a clonar los objetos de las ventanas situándolos en sus posiciones respectivas con el fin de tener tantos volúmenes como ventanas hay en cada hilera. De este modo, todas las ventanas tendrán exactamente el mismo tamaño.

CREACIÓN DEL MODELO

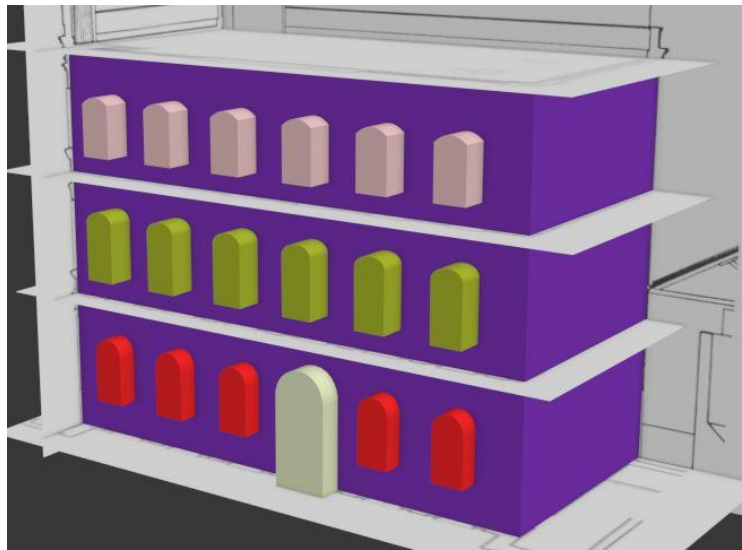


Fig. 27 - Distribución de los volúmenes que se sustraerán a los muros para crear los vanos de puertas y ventanas

Tras situar los volúmenes que perforaremos, es el turno de añadir todos los detalles de los mismos. Los ornamentos a reconstruir son principalmente 3:

- **Cornisas:** Para realizarlas, deberemos convertir el cuerpo principal de la fábrica en un objeto *editable poly*, para a continuación seleccionar las caras en las que se encuentran las cornisas, es decir, las cuatro caras exteriores de la fachada.

A continuación procederemos a realizar cortes horizontales en dichas caras a la altura en que se sitúan las cornisas, para ello emplearemos la herramienta “*slice plane*” (seccionar plano) que permite dividir todas las caras seleccionadas en base a un plano dado.

Por último, seleccionaremos aquellas caras que forman parte de las cornisas propiamente dichas, y mediante la herramienta “*extrude*” procederemos a darles el relieve adecuado.

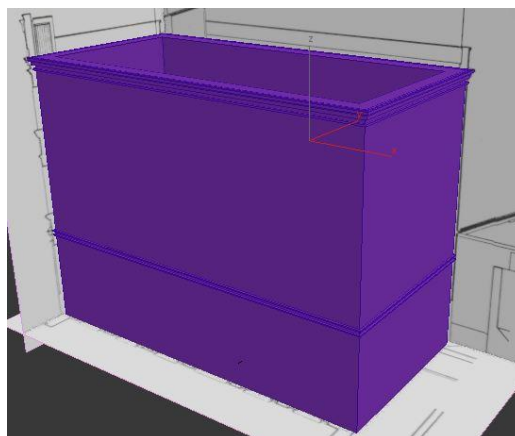


Fig. 28 - Vista en perspectiva de los muros del edificio principal con las cornisas creadas.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Columnas:** Para la creación de las columnas, primero deberemos modelar dos columnas “modelo” (una por tipo de columna) y posteriormente las clonaremos con el fin de que todas las columnas sean iguales al modelo inicial creado.

Comenzaremos por la columna sencilla, esto es, aquella que no tiene tantos relieves en la parte superior y que es la única diferencia entre ambos tipos de columna. Para ello crearemos un objeto primitivo de tipo *box* (caja) con el ancho y el fondo de las columnas, y la altura del cuerpo principal de la fábrica y lo convertiremos en *editable poly*.

A continuación seleccionaremos aquellas caras que llevarán los relieves y haciendo uso de la herramienta “*slice plane*” cortaremos las caras allí por donde deben estar situados los relieves, para esto nos resultará muy útil tomar como referencia. Por último, usaremos el modificador *extrude* para extraer el volumen de los relieves. Con esto, obtendremos el primer modelo de columna.

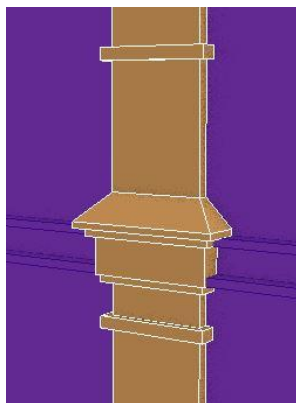


Fig. 29 - Detalle de los relieves de las columnas.

Para la creación del segundo modelo, crearemos un clon de la primera y repetiremos el proceso de corte y extrusión añadiendo los relieves adicionales necesarios.

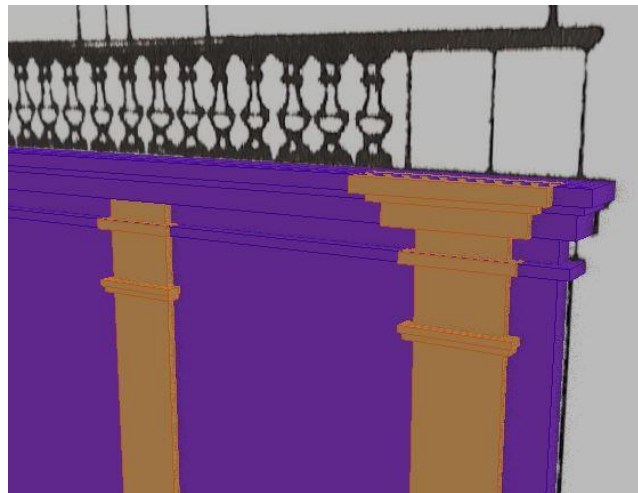


Fig. 30 - Vista comparativa del encabezado de las columnas, sencilla (izq.) y compleja (dcha.).

Una vez creados los dos modelos, los clonaremos tantas veces como es necesario y las distribuiremos en las posiciones correspondientes de las fachadas.

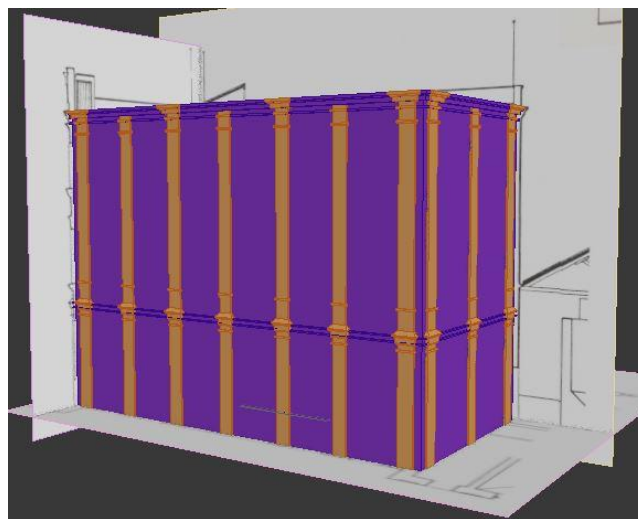


Fig. 31 - Distribución de las columnas en la fachada del edificio principal.

- **Ornamentos de ventanas y puerta principal:** Puesto que cada ventana posee una ornamentación diferente explicaremos brevemente métodos empleados para crear el modelo inicial de cada ornamentación. Cabe mencionar que para lograr unos resultados óptimos en tiempo y similitud, se optó por crear un modelo inicial por planta, y posteriormente clonarlos para generar todos los ornamentos necesarios.
 - *Planta baja:* Este caso es el más sencillo de los tres, el alféizar es únicamente un objeto de tipo *box* (caja) del ancho de la ventana. En el caso del dintel, únicamente existe un pequeño remate en la parte central, que se ha creado mediante una caja convertida en *editable poly* y manipulando sus vértices para darle la forma apropiada.

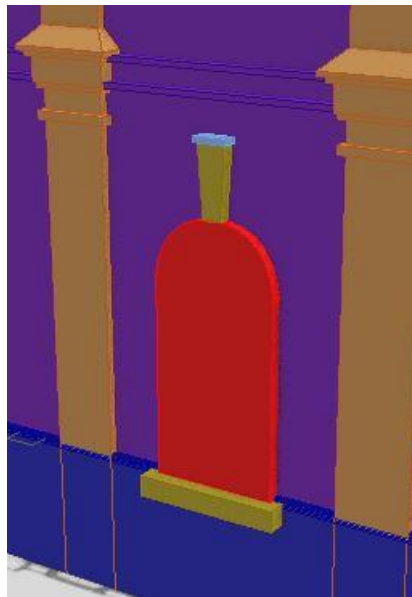


Fig. 32 - Vista detalle de los ornamentos de las ventanas frontales de la planta baja.

- *Planta primera:* En este caso, el alfeizar está formado por una caja principal similar a la del alfeizar de la planta baja, y posteriormente se les han añadido diversos objetos tipo caja en la parte inferior formando los adornos. El dintel en este caso es algo más complejo. El remate de la punta se ha creado del mismo modo que el de la planta baja, y el arco se ha creado mediante un objeto de tipo *spline extruido* para darle el relieve apropiado. Para hacer los bajorrelieves se crearon otros dos objetos de tipo *spline* y se substrajeron del arco principal haciendo uso de la herramienta *proBoolean*.



Fig. 33 Vista detalle de los ornamentos de las ventanas frontales de la planta primera.

- *Planta segunda:* Por último, para el alfeizar de las ventanas de la segunda planta, se creó un objeto de tipo *spline* con la forma del elemento principal y posteriormente para los adornos se combinaron objetos de tipo *box* y “*cylinder*” (cilindro) para crear las formas adecuadas.

CREACIÓN DEL MODELO

Para el arco del dintel, se crearon dos objetos de tipo *spline* con la curvatura adecuada del arco y se extruyeron. Para los remates laterales se combinaron objetos de tipo *box* y *cylinder*.

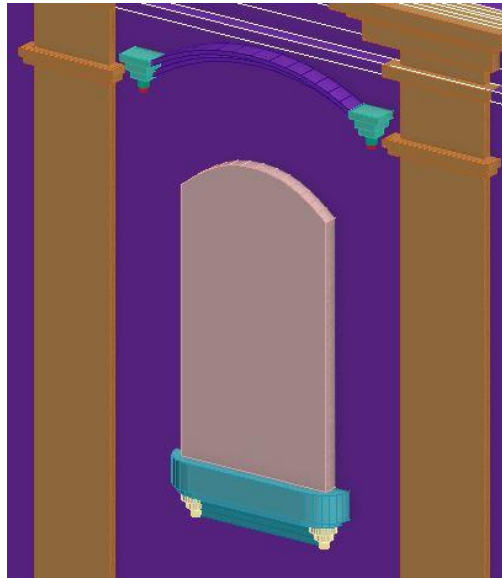


Fig. 34 Vista detalle de los ornamentos de las ventanas frontales de la planta segunda.

4. Reconstrucción del encabezado, balaustrada y antepecho de la azotea.

- **Encabezado:** En primer lugar modelaremos el encabezado central. Este encabezado consta de dos pilastras laterales y un panel central arqueado. Para la creación del cuerpo principal, crearemos un objeto tipo *box*, y lo modelaremos y extruiremos los relieves situados en la parte superior del encabezado. Para el panel central, donde se muestra el rótulo, crearemos un objeto tipo *spline* con la forma del mismo y lo extruiremos, situándolo en el centro del encabezado.

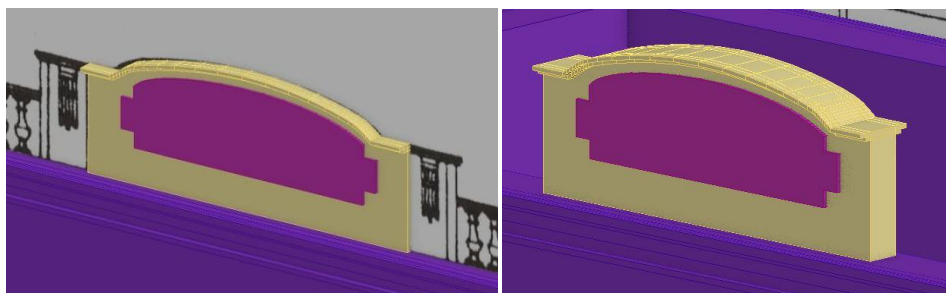


Fig. 35 - Reconstrucción del cuerpo central del encabezado de la fachada.

Para la creación de las pilastras, crearemos un objeto tipo *box* y lo convertiremos a *editable poly* para modelarlo correctamente y extruiremos los relieves del extremo superior. Con esto, obtendremos el cuerpo principal de la pilastra para, a continuación, proceder a generar los ornamentos frontales, mediante la creación de diversos objetos tipo *box*, *cylinder* y *splines* extruidas.

CREACIÓN DEL MODELO

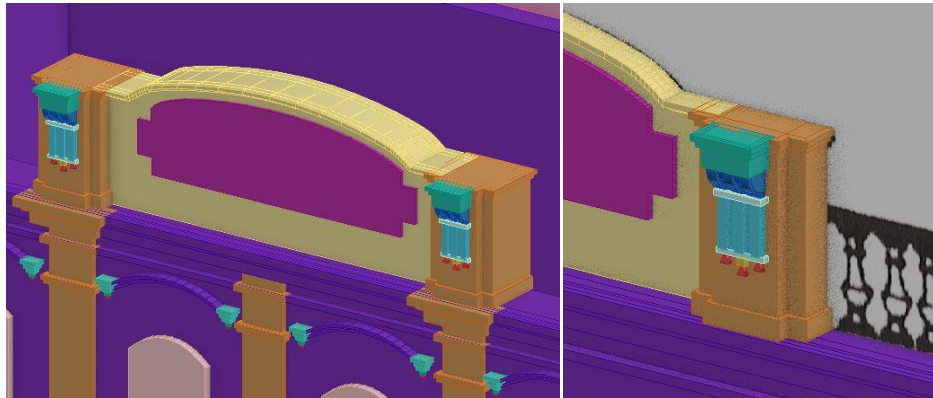


Fig. 36 - Vista del encabezado completo (izq.) y detalle de la pilastra lateral (dcha.).

- **Balaustrada:** Para la creación de la balaustrada, debemos crear tres elementos, la base de cemento que soporta la balaustrada, los balaustres y el remate superior. La base de cemento, bordea toda la azotea, posee un corte perpendicular de forma rectangular rematada en un arco abierto. Para crearlo utilizaremos la herramienta *loft* (galería) que permite extrudir una silueta (*shape*) creada mediante un objeto *spline* a lo largo de un camino (*path*) marcado por otro objeto tipo *spline*.

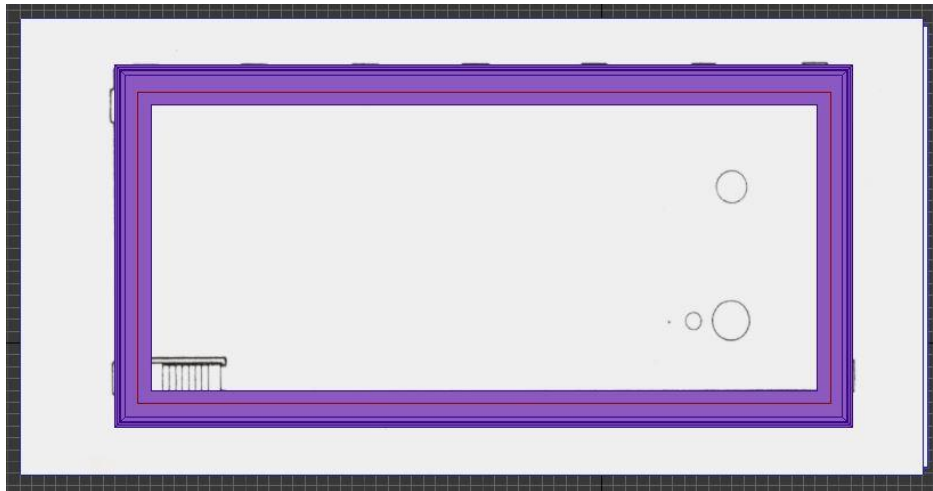


Fig. 37 - La línea roja indica el trazado que seguirá la extrusión del corte de la base de cemento.

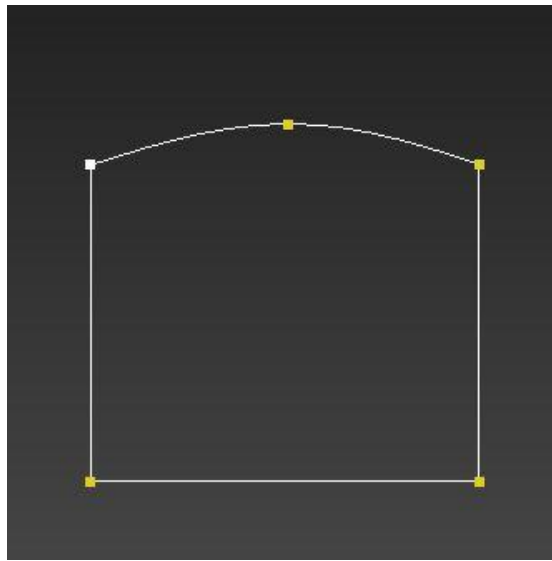


Fig. 38 - Spline que forma la silueta a extruir a lo largo del camino.

Para ello crearemos un *spline* con la silueta del corte transversal de la figura, y otro objeto tipo *spline* rectangular con las dimensiones del contorno de la azotea. Aplicando la proyección de la silueta a lo largo del rectángulo creado, crearemos la base extruida a lo largo de todo el perímetro de la azotea.

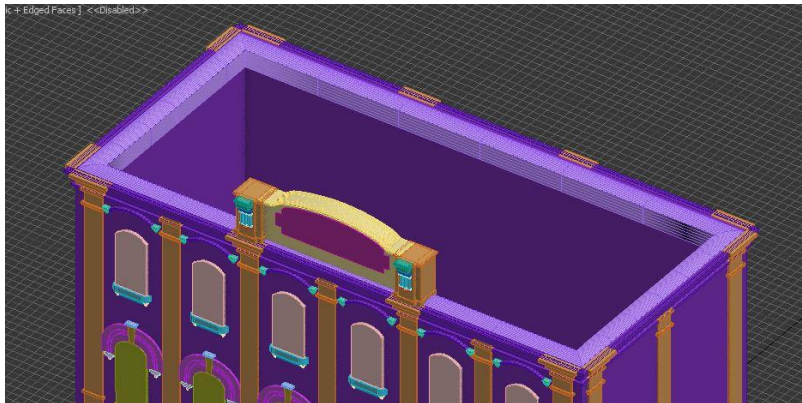


Fig. 39 - Vista superior con la base de cemento insertada, la cual se aprecia en violeta claro.

A continuación procederemos a crear el tramo de balaustrada situado al sur del encabezado para, una vez terminado clonar y crear así el tramo situado al norte. Para los balaustres, crearemos en primer lugar un único modelo, y luego lo clonaremos tantas veces como sea necesario. En este caos emplearemos la herramienta *lathe* (torno) que permite generar el objeto de revolución en base a una *spline* dada en torno a un eje definido. Basándonos en las imágenes disponibles de la azotea, crearemos una *spline* que siga el perfil de uno de los balaustres. Al ser simétricos, será suficiente con crear una sola mitad de dicho perfil. A continuación, aplicaremos el modificador *lathe*, y por último ajustaremos el eje para generar la figura de revolución que corresponda con la forma del balaustre.

CREACIÓN DEL MODELO

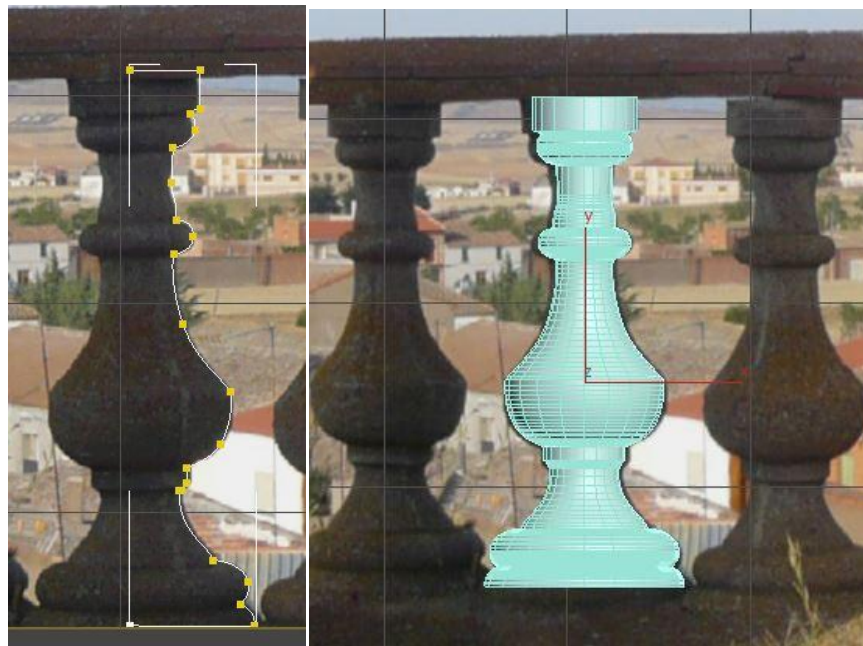


Fig. 40 - Spline que conforma el perfil del objeto a torner (izq.) y balaustre creado tras aplicar el modificador *lathe* (dcha.).

Por último clonaremos los balaustres a la distancia correspondiente entre ellos tantas veces como balaustres hay.

Para la creación del pasamano superior crearemos un objeto tipo *box* con una longitud igual al tramo de la balaustrada. Lo convertiremos en *editable poly* y extruiremos sus caras para obtener el pequeño relieve que posee en los laterales. Por último clonaremos el conjunto de los balaustres y el pasamano creado, para crear la segunda sección de balaustrada que se encuentra al norte del encabezado.

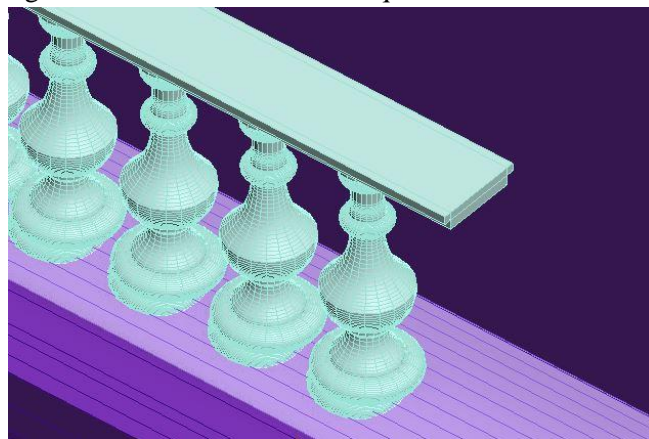


Fig. 41 - Detalle del pasamano de la balaustrada.

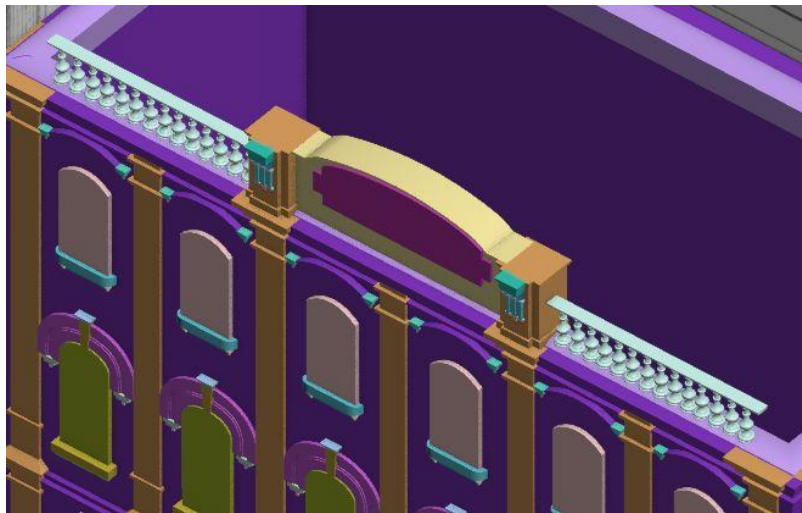


Fig. 42 - Vista superior con el encabezado superior y la balaustrada creados.

- **Antepecho:** El antepecho se sitúa en tres lados del perímetro de la azotea, sobre la base de la balaustrada que hemos creado anteriormente. Se trata de un muro bajo de ladrillo compuesto por tramos rectos y pequeñas columnas de igual altura que se sitúan en los mismos puntos que las columnas ornamentales de la fachada.

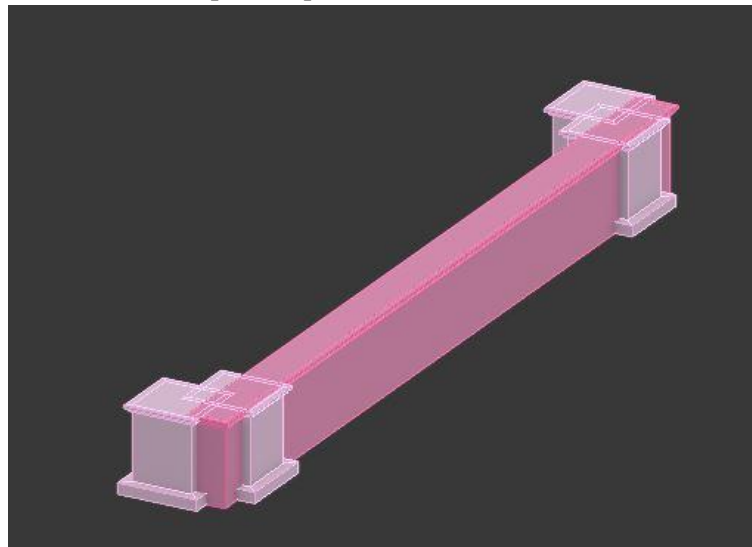


Fig. 43 - Detalle del tramo norte del antepecho de la azotea.

Cada lateral del antepecho será una única caja, también convertida en *Editable poly* y extruida para formar el relieve de la parte superior.

Del mismo modo, para la creación de las columnas, crearemos un objeto tipo *box*, lo convertiremos en *editable poly* y lo extruiremos para crear los relieves de la parte superior. A continuación, procederemos a clonar dicha columna para crear tantas como columnas ornamentales hay en la fachada.

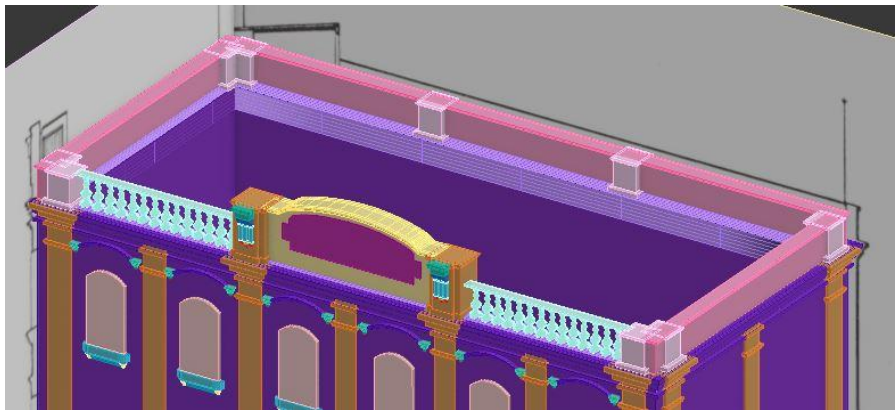


Fig. 44 - Vista superior con el conjunto de encabezado, balaustrada y antepecho completos.

5. Creación de tejados de los almacenes.

En el caso de los tejados de los almacenes a pesar de ser ambos de chapa. La trama de vigas ambos almacenes difieren ya que en el caso del almacén sur es una trama de vigas de madera, mientras que en el almacén norte, las vigas son metálicas y poseen una disposición diferente al primero. Además también difiere la altura a la que se encuentran los mismos, siendo la del tejado del almacén sur mayor que la del almacén norte.

- **Vigas del almacén norte:** Lo crearemos mediante una serie de objetos tipo *spline* que seguirán el trazado de dichas vigas. Crearemos en primer lugar las vigas de la estructura central y posteriormente los travesaños que apoyan en los muros norte y central de los almacenes y que sostienen el tejado de chapa.

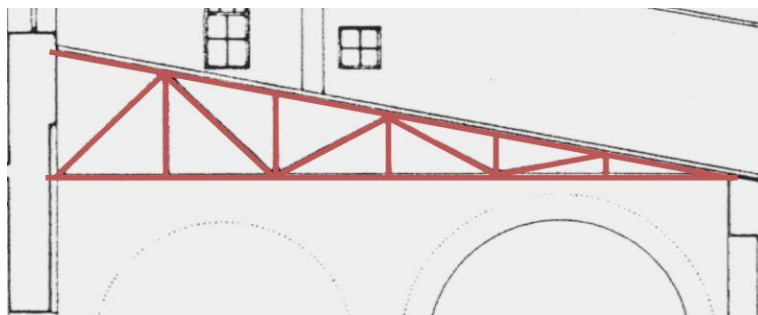


Fig. 45 - Vista lateral derecha de la estructura central de vigas del almacén norte.

Tras crear dicho trazado, a cada *spline* le activaremos la opción “*render in viewport*” y “*render in final render*” con un corte rectangular de 8 x 5cm. Puesto que dichos objetos no poseen especial interés en su detalle, optaremos por esta opción para evitar la creación de mallas de polígonos innecesarias en el modelo.

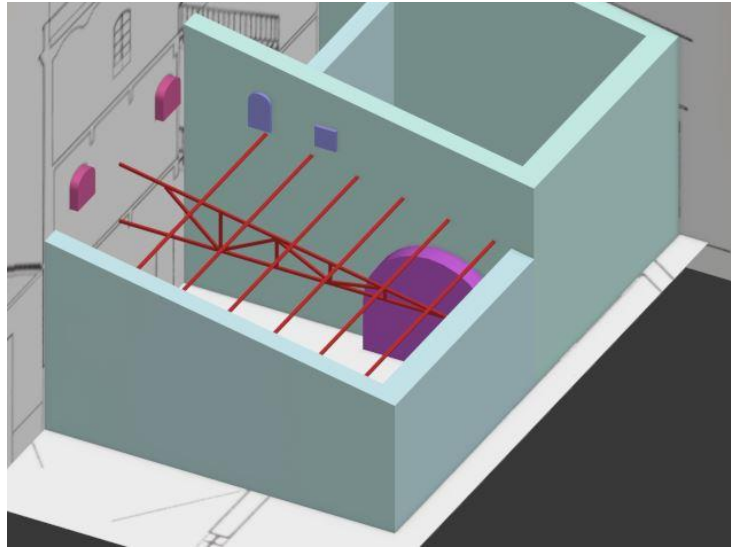


Fig. 46 Vista en perspectiva de la estructura completa de vigas del almacén norte.

- Vigas del almacén sur:** En el caso del almacén sur, la estructura de vigas es un entramado de vigas con orientación este-oeste apuntaladas en los muros que sostienen una serie de largueros y travesaños que apoyan en los muros laterales. En primer lugar crearemos un modelo inicial de las vigas que sustentan los largueros (puntales). Las crearemos mediante líneas tipo *spline* a las cuales activaremos la opción “*render in viewport*” con un grosor de 10x10cm. Tras crear un primer modelo, lo clonaremos tantas veces como largueros hay en el techo. En el caso del tramo donde el muro central acaba, los puntales apoyan sobre una viga de madera que atraviesa del muro sur al central perpendicular. Por tanto, crearemos esta viga también mediante un *spline* con un grosor de 20 x 8cm y ajustaremos los puntales para que apoyen sobre dicha viga.

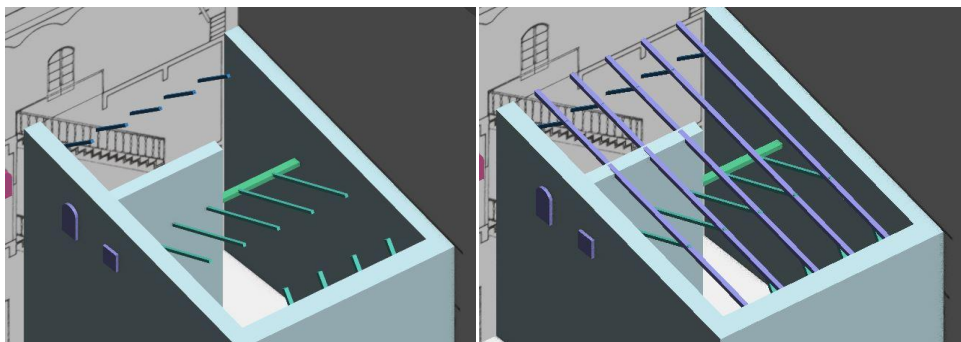


Fig. 47 - Vista de los puntales del almacén sur (izq) y vista con los largueros incluidos (dcha).

Para los largueros, crearemos un larguero inicial mediante una *spline* (activando también la opción “*render in viewport*”), y lo clonaremos tantas veces como puntales hemos creado, cinco en este caso.

En el caso de los travesaños, crearemos un travesaño inicial que vaya del muro sur empleando el mismo sistema que para los largueros y la clonaremos tantas veces como travesaños hay, situándolos de modo que apoyen sobre las vigas apuntaladas.

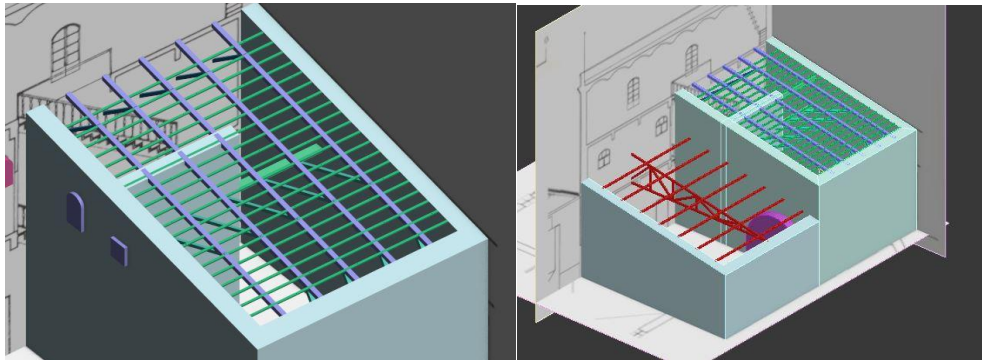


Fig. 48 - Vista del entramado de vigas del almacén sur (izq.) y vista general de los entramados de ambos almacenes (dcha.).

- **Paneles del techo:** Los paneles del techo se crearon de manera similar en ambos almacenes. Se creó un objeto tipo *box* con un grosor de 3cm y unas dimensiones 10cm superiores a la superficie a cubrir en el lado que quedará en la parte inferior de la pendiente. A continuación lo situamos sobre el almacén, lo rotamos para que tome la misma pendiente que los muros y lo situamos sobre los travesaños de apoyo dejando los 10cm de exceso de modo que haga las veces de alero del tejado.

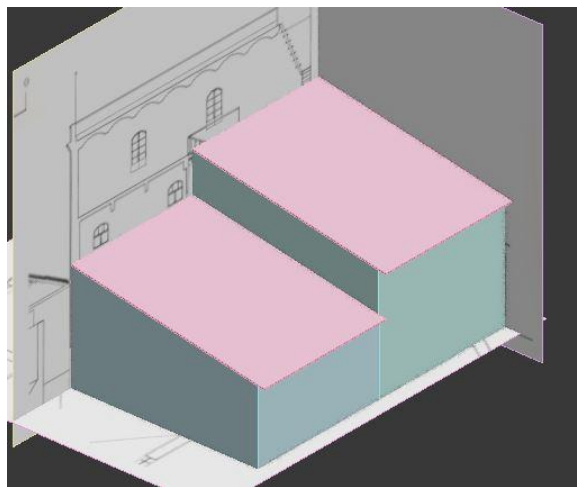


Fig. 49 - Vista en perspectiva de los almacenes con los tejados creados.

6. Reconstrucción de ventanas y puertas:

En este caso también existen diferentes modelos de puertas y ventanas dependiendo de la planta a la que pertenecen. Por ello procedemos a explicar la creación de los modelos iniciales de cada una de ellas. Posteriormente al igual que en el caso de los ornamentos, se procedió a clonarlos para generar todas las ventanas del edificio.

- **Puerta principal:** Puesto que en este caso, se trata de un elemento remarcable dentro del edificio ya que permite el acceso al mismo, modelaremos en detalle los elementos y relieves del mismo, dejando únicamente los relieves muy leves para la fase de texturizado. En el proceso de modelado caso podemos diferenciar tres elementos principales a crear:

CREACIÓN DEL MODELO

- *Arco superior fijo:* Para la creación del arco superior de madera y cristal se empleó un objeto de tipo *proBoolean*. En primer lugar de un semicilindro de 4cm de grosor que se ajustase al tamaño del mismo y que sería nuestro futuro marco del cristal.

Tras esto, mediante la creación de *splines*, se generaron los volúmenes que se eliminarían del marco. A continuación los substrajimos del mismo obteniendo la forma completa del marco sin cristal.

Por último, se creó otro semicilindro de 1cm de grosor de menor radio que el marco que abarcase por completo el espacio que deberían ocupar los cristales y se incrustó en el centro del marco. Se procedió a crear un único cristal, con el fin de evitar la proliferación de elementos superfluos en el modelo, ya que se obtiene prácticamente el mismo resultado.

- *Marco:* El marco, consta únicamente de un *spline* extruida poligonal con la forma del mismo.

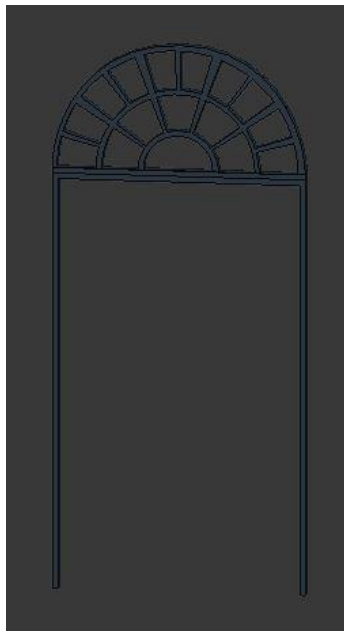


Fig. 50 - Vista del arco superior y el marco de la puerta de entrada.

- *Hojas:* Las hojas de la puerta se crearon mediante diversos objetos *editable poly*. En primer lugar se creó un objeto tipo *box* que supondría la base de la puerta. A continuación para la reconstrucción de la parte frontal se eliminaron los huecos a los adornos superiores mediante el procedimiento de convertir el objeto en uno de tipo *proBoolean*, tras esto, se crearon los diversos relieves frontales, así como el listón que cierra la junta mediante la creación de cajas convertidas en *editable poly* y manipulando sus caras con el modificador *bevel* (bisel) para la creación del biselado de las aristas. En la parte trasera, se creó el entramado de listones mediante objetos de tipo *box* para aquellos que eran rectos y *splines* extruidos para los listones oblicuos.



Fig. 51 - Vista frontal (izq.) de la puerta principal completa y trasera (dcha.).

Por último se clonó la hoja mediante la herramienta “mirror” (espejo) para crear la puerta contigua.

El listón de la junta entre las hojas se creó mediante una caja convertida en *editable poly* y biselada mediante el modificador *bevel*.

- **Puertas interiores:** En el caso de las puertas interiores el procedimiento es más sencillo. Ya que disponen de muchos relieves, modelarlos todos de forma sólida generaría gran cantidad de polígonos superfluos, por lo que procederemos a modelar la base de las puertas, y dejaremos el relieve de las mismas para la fase de texturizado.

En el interior, existen dos modelos de puertas. La primera es la puerta que da acceso al almacén sur, de una sola hoja. Para la creación de esta, el proceso es muy sencillo. Se creó el marco mediante un *spline extruido* (al igual que hicimos en la puerta principal) y la hoja es un objeto de tipo *box* del tamaño adecuado.

El otro modelo es el que da acceso al almacén norte (situado en el muro oeste del cuerpo principal de la fábrica, que es similar al que da acceso a los silos (situado en el muro norte). Para la creación del marco, se procedió igual que en los casos anteriores mediante un *spline extruido*. Para las hojas se procedió a crear dos objetos de tipo *box*. El listón de la junta entre las hojas se creó mediante una caja convertida en *editable poly* y biselada mediante el modificador *bevel*. Por último, en la hoja más estrecha, se procedió a practicar el orificio de la gatera mediante su conversión en un objeto de tipo *proBoolean* y un cilindro.

- **Ventanas de la planta baja:** En este caso la creación ha seguido un sistema similar al de la puerta principal. El arco superior y el marco han sido creados por el mismo procedimiento. Para el marco de las hojas, se creó un objeto de tipo *box* y se perforó tras convertirlo en *proBoolean* con otras cajas del tamaño de los cristales. Por último se clonó la hoja y se aplicó el modificador “mirror” para crear la hoja

CREACIÓN DEL MODELO

adyacente. El listón de las juntas se creó mediante el mismo sistema que en las puertas mencionadas anteriormente (*box + Editable poly + bevel*).

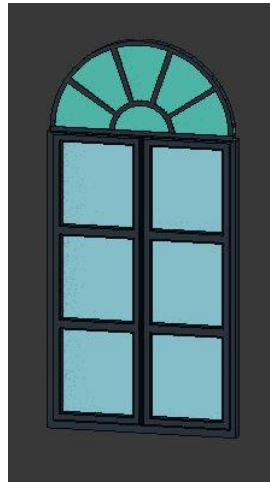


Fig. 52 - Ventana frontal completa de la planta baja.

- **Ventanas de la primera planta:** En la primera planta existen dos tipos de ventanas, las situadas en la fachada frontal y las situadas en la fachada trasera (muro oeste). Si bien son similares, las de la fachada trasera son mucho más cortas que las frontales.
 - *Frontales:* En este caso, al igual que las ventanas de la planta baja, el conjunto de la ventana también está formado por un arco de cristal fijo, y una ventana con dos hojas abatibles.



Fig. 53 - - Ventana frontal sin cristales de la planta primera.

Para la creación del arco fijo, el procedimiento fue diferente ya que no se trataba de una forma primitiva (rectángulo, cilindro, etc.). Se creó un objeto tipo *spline* con la forma del arco y sus huecos. Posteriormente se

CREACIÓN DEL MODELO

extruyó quedando así el marco completo con sus huecos. Para la creación del cristal, se creó un objeto *spline* con la forma del contorno del marco, pero ligeramente menor y se aplicó una extrusión con el grosor del cristal. Por último, el cristal se integró en las ventanas.

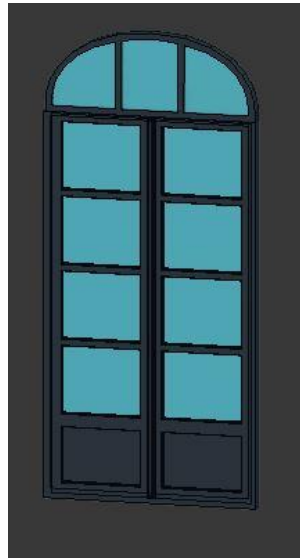


Fig. 54Fig. 45 - - Ventana frontal completa de la planta primera.

El proceso de creación de las hojas de las ventanas y el marco es similar al de la planta baja, con la diferencia del número de cristales por hoja y que en estas ventanas existe un bajorrelieve en la parte inferior de las mismas. El procedimiento para perforar las ventanas fue similar, mediante un objeto de tipo *proBoolean* y objetos tipo caja que substraigan el volumen adecuado. A continuación se procedió a crear una caja que haría las veces de cristal y otra que haría la función de panel de madera inferior. Ambas se incrustaron en el interior del marco de la hoja, quedando de este modo la ventana completa. Posteriormente clonó la ventana con la herramienta “mirror” y se creó el listón de la junta como en los casos anteriores.

- *Traseras*: Esta ventana es prácticamente igual a la frontal, con la única diferencia de que las hojas tienen la mitad de altura que las de las ventanas frontales. Por tanto, se clonó el arco superior de cristal y se situó en el hueco de la ventana. Para la creación del marco y las hojas se siguió el mismo procedimiento que en las frontales (creación de cajas y perforación usando la herramienta *proBoolean*), pero teniendo en cuenta las particularidades del tamaño.

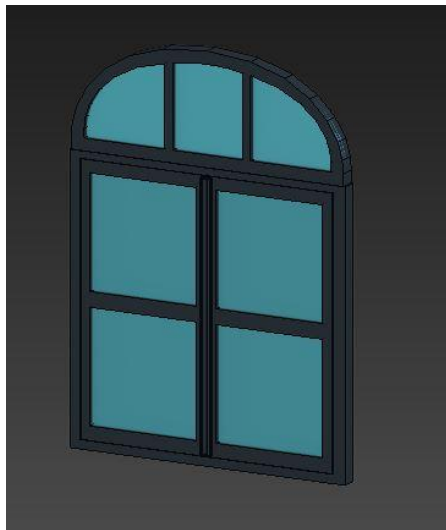


Fig. 55 Fig. 45 - Ventana trasera completa de la planta primera.

- **Ventanas de la segunda planta:** En esta planta también existen ventanas en la fachada frontal y en la trasera. Las traseras son prácticamente iguales, salvo por una ligera modificación del arco superior así como de la anchura de la ventana, por lo que es mucho más cómodo el proceso de creación. Se creó una ventana frontal, y posteriormente se clonó y fue modificada para adaptarla a la forma de las ventanas traseras.



Fig. 56 - Ventana frontal de la planta segunda. sin cristales (izq.) y completa (dcha.).

Además en esta planta no se encuentran presentes los arcos de cristal en la parte superior de las ventanas. Por lo que estas sólo constan del marco y las hojas. El procedimiento para crear las ventanas fue exactamente el mismo que en los casos anteriores con la particularidad de que las hojas y las perforaciones se realizaron mediante “*splines*” extruidas con la forma adaptada al hueco de la ventana, en lugar de cajas primitivas rectangulares.



Fig. 57 - Ventana frontal (izq.) y trasera (dcha.) de la segunda planta.

- **Ventanas de los almacenes:** La creación de las ventanas de los almacenes fue sencilla, ya que todas se corresponden con modelos de ventanas previamente creadas. Las situadas en el muro oeste de ambos almacenes son iguales que las creadas para la fachada trasera de la segunda planta de la fábrica. Por su parte las situadas en los muros sur y norte del almacén sur, son iguales a las creadas para la fachada trasera de la primera planta del cuerpo principal. Siendo únicamente diferente la situada más al oeste en el muro norte, ya que es similar a las mencionadas, pero únicamente no dispone de arco superior de cristal, quedando únicamente con aspecto de ventana cuadrada.

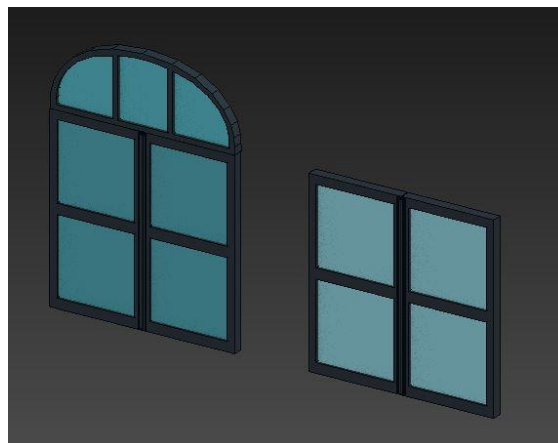


Fig. 58 - Vista de los dos modelos de ventanas superiores de los almacenes.

Por tanto, únicamente fue necesario crear los clones pertinentes, y situarlos en sus respectivos huecos cambiando su orientación cuando fue necesario.

7. Reconstrucción de suelos y techos de las plantas.

Para la reconstrucción de los suelos y techos de las plantas, se procedió a su creación desde la planta más baja hasta la superior. A continuación explicamos el proceso de creación de los mismos.

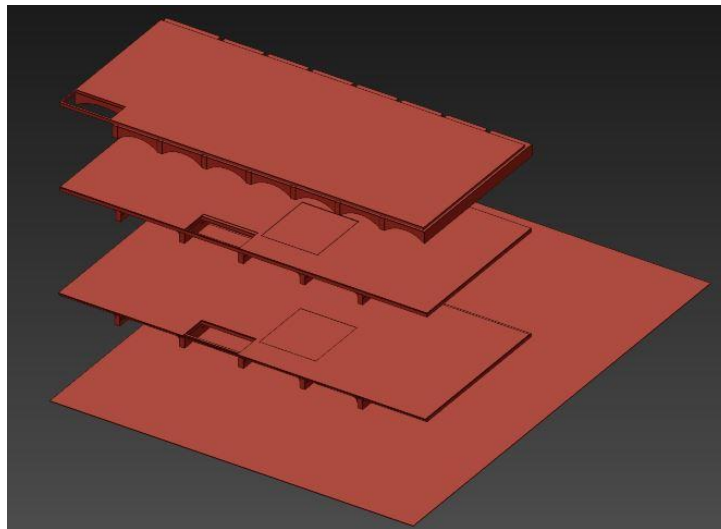


Fig. 59 - Vista de los suelos y techos de las diferentes plantas.

- Suelo de la planta baja:** El suelo de la planta baja es el más sencillo de todos, ya que es simplemente una superficie de cemento que abarca tanto la planta baja de la fábrica como la de los almacenes. El único elemento que presenta algo más de complejidad, es un pequeño pozo situado en la esquina noroeste de la fábrica por donde entra el suministro de grano procedente de los silos adyacentes. Por tanto, en primer lugar crearemos el suelo, para ello generaremos un objeto tipo *plane* (plano) que abarque toda la planta de los almacenes y la fábrica. A continuación crearemos el pozo. Par ello crearemos un objeto tipo *box* del tamaño del pozo y lo situaremos en la esquina que le corresponde, bajo el nivel del suelo. Este será nuestro pozo.

A continuación crearemos otro objeto tipo *box*, tan grande como el hueco a que interseque al pozo y al plano que hará las funciones de suelo.

Seguidamente convertiremos tanto el plano como el pozo en objetos tipo *proBoolean* y los perforaremos a ambos con la segunda caja creada quedando así perforados el suelo y generándose el pozo con sus paredes.

Por último, crearemos el muro protector que se sitúa junto al pozo mediante la creación de un objeto tipo *box*.
- Techo de la planta baja / Suelo de la planta primera:** En este caso, crearemos el techo de la planta baja formado por ladrillo y vigas encaladas y acto seguido el suelo de madera de la planta primera. Los creamos a la vez y usaremos el conjunto como un todo.

En primer lugar crearemos el suelo techo de la planta baja mediante un objeto tipo *box* del tamaño del suelo que abarque toda la superficie del suelo a crear. El alto de dicha caja será de 10cm.

A continuación crearemos una caja igual que la anterior en tamaño de 2cm de grosor para el suelo de madera de la planta primera.

Seguidamente procederemos a perforar ambas superficies para crear el hueco de la escalera, ´y del suelo desmontable de madera. Para ello crearemos dos cajas que

CREACIÓN DEL MODELO

intersequen con ambos elementos y substraeremos las porciones correspondientes a ambas oquedades.

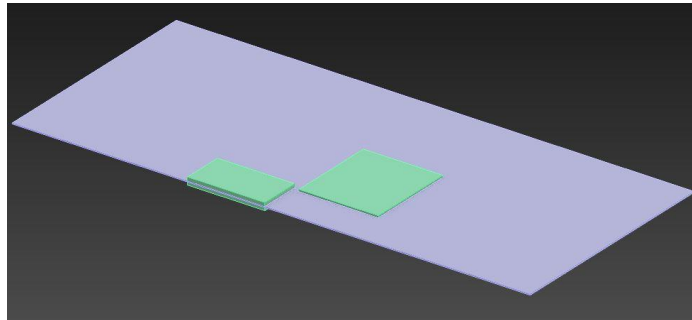


Fig. 60 - Vista del suelo y volúmenes de sustracción que crearán los huecos del suelo de la planta primera.

A continuación crearemos la hilera de vigas que soporta el techo, para ello como en ocasiones anteriores, crearemos un modelo inicial y posteriormente lo clonaremos para tener modelos similares. Estas vigas poseen a ambos lados un añadido de que suaviza la unión de las mismas con el techo. Para la creación de la viga, crearemos un objeto tipo *box* de las dimensiones de la viga, y una longitud de ancho de la estancia. A continuación para crear ambos rebajes, crearemos un objeto tipo *spline* con la forma del suavizado y lo extrudiremos en una longitud igual a la de la viga. A continuación lo clonaremos con la herramienta “mirror” para crear un elemento reflejado el cual situaremos al otro lado de la viga.

Tras esto, clonaremos el conjunto viga + suavizados tantas veces como vigas hay en el techo, en este caso 6 veces y los distribuiremos en sus correspondientes posiciones.

Por último, sólo queda crear el suelo desmontable de madera, que está compuesto por el propio suelo, los listones de madera que unen las maderas por debajo, y las vigas de metal que soportan el conjunto.

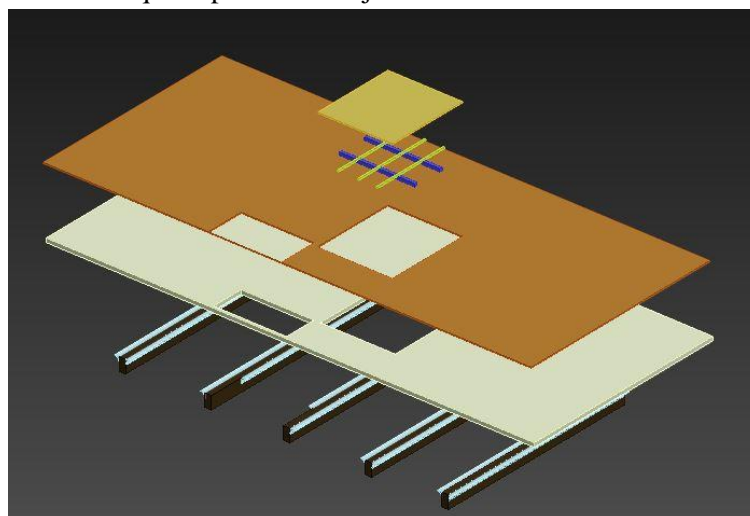


Fig. 61 – Descomposición esquemática de los elementos que conforman el techo de la planta baja / suelo de la planta primera.

Para este suelo, crearemos un objeto tipo caja del tamaño del hueco y con un grosor de 2cm, igual que el resto del suelo de madera. Para los listones de madera, generaremos 3 objetos tipo *spline*, que sean únicamente una línea de la longitud de los mismos y activaremos la opción “*render in viewport*” y “*render in final render*”. Les daremos el grosor adecuado para que se vean tanto en el modo edición y en los renders finales de la forma adecuada. Así evitaremos generar polígonos innecesarios en un detalle tan pequeño.

Las vigas metálicas, al ser más gruesas las crearemos como objetos de tipo *box* con las dimensiones apropiadas y las situaremos transversales a los listones de madera

- **Techo de la planta primera / Suelo de la planta segunda:** En este caso, el suelo es exactamente igual al de la planta inferior, ya que lo único en lo que se diferencian es en las perforaciones de las canalizaciones de la maquinaria, pero esto lo dejaremos para la fase de creación de la maquinaria, ya que es necesario que se correspondan adecuadamente con la misma.

Por tanto, clonaremos el conjunto de techo-suelo de la planta inferior y lo situaremos a la altura correspondiente a la segunda planta.

- **Techo planta segunda:** El techo de la planta segunda está formado por una serie de vigas unidas por bovedillas entre sí de ladrillo encalado. Estas vigas son más pequeñas y más numerosas que las de las plantas inferiores. De este modo, al igual que en procedimientos anteriores, crearemos un modelo inicial y posteriormente lo clonaremos.

Para la creación de la viga, crearemos un objeto tipo caja y le daremos las dimensiones apropiadas. En el caso de la bovedilla crearemos un objeto tipo *spline* con tres lados rectos y en el cuarto formaremos el arco que conformará la bovedilla. A continuación la extruiremos de modo que tengan una longitud igual a la de las vigas. El siguiente paso será clonar tantos conjuntos de bovedilla + viga como número de estos hay en el techo.

Existe una excepción en la bovedilla que se encuentra más al sur, ya que esta es más ancha que el resto, debido a la disposición del acceso a la azotea.

Para ello, la última bovedilla la modificaremos para hacerla más ancha mediante la herramienta *scale* (escalar), de este modo se ajustará a la anchura apropiada para este tramo.

- **Suelo de la azotea:** El suelo de la azotea es muy sencillo de crear. Únicamente es un objeto tipo *box* ajustado al ancho y largo de la azotea, que posteriormente perforaremos haciendo convirtiéndolo en un objeto *proBoolean* y eliminando el hueco donde se encuentra el acceso a la misma y encima del cual se situará posteriormente la caseta techada que da paso a la azotea.

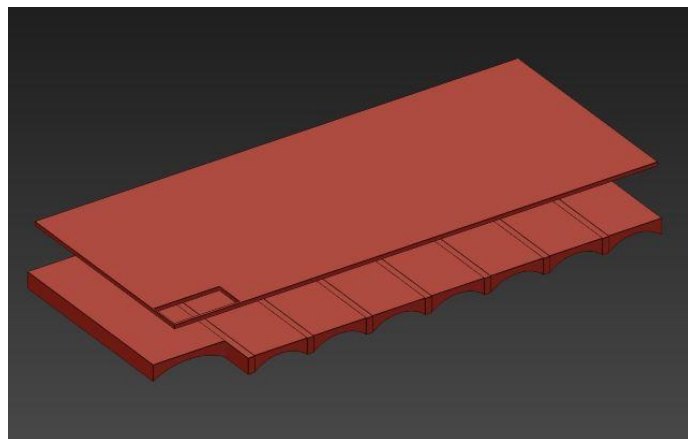


Fig. 62 - Descomposición esquemática del techo de la planta segunda / suelo de la azotea.

8. Reconstrucción de escaleras:

Para el acceso a la primera y segunda plantas, existen dos escaleras con barandilla elaboradas en madera. Estas arrancan en la parte sur de las estancias y finalizan en el centro de cada piso, ambas son adyacentes al muro este de la fábrica. Además, para el acceso a la azotea existe una pequeña escalera casi vertical sin barandilla ni pasamanos. Por último, en la segunda planta existe una barandilla de protección para evitar la caída por el hueco de la escalera. En los siguientes puntos explicamos el proceso de reconstrucción de las mismas.

- **Escaleras de las plantas baja a la planta primera:** En primer lugar, construiremos las dos vigas que sostienen al conjunto de los escalones, posteriormente nos centraremos en la creación de estos y por último llevaremos a cabo la creación de la barandilla.

Para la creación de las vigas de soporte, crearemos un objeto tipo *box* y lo convertiremos a *editable poly*. Lo giraremos para que los extremos queden acordes a los puntos de apoyo del mismo, y modificaremos los vértices de los mismos para que se ajusten a la forma de las superficies de apoyo. A continuación clonaremos esta viga para generar la segunda viga de soporte.

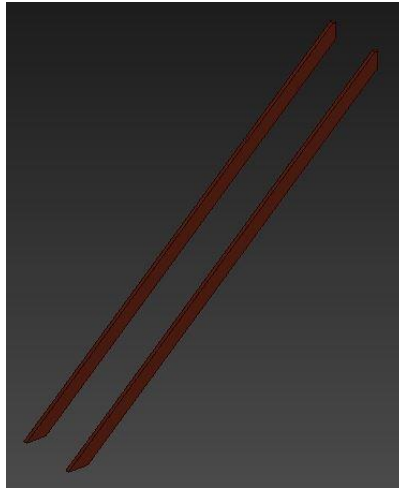


Fig. 63 - Vista de las vigas de soporte que sostienen la escalera.

A continuación procederemos la creación de los escalones, para los peldaños crearemos un objeto tipo *chamfer box* (caja con chaflán) que consiste en una caja con los cantos redondeados. Los peldaños únicamente poseen el borde redondeado en los cantos frontal y laterales, liso el canto posterior, por tanto convertiremos la caja en *editable poly* y modificaremos el canto posterior para que sea liso.

Para los frontines crearemos una caja primitiva sencilla de la anchura y altura correspondiente al escalón y la situaremos perpendicularmente bajo el peldaño, dejando que el canto redondeado de este sobresalga ligeramente para formar así la voladura del mismo.

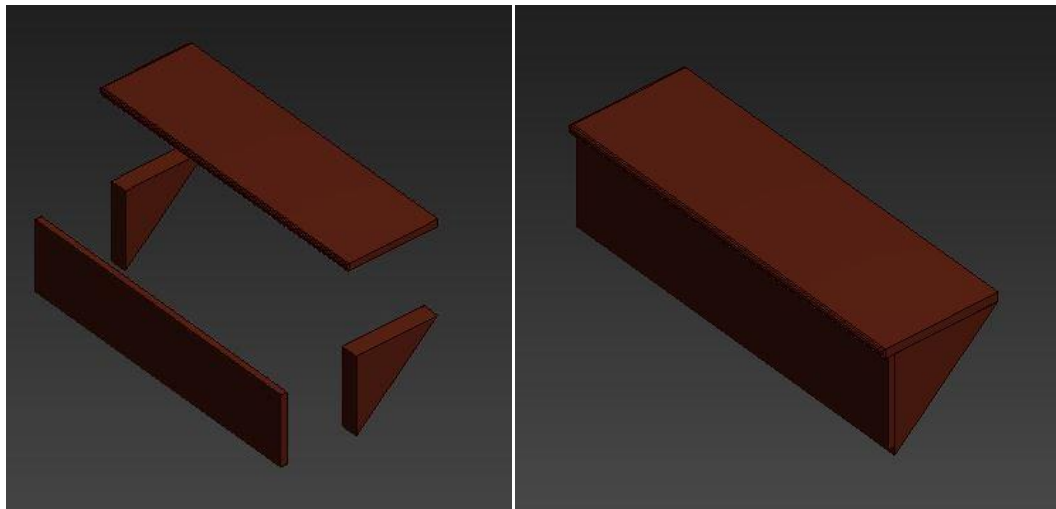


Fig. 64 - Descomposición de las piezas de un escalón (izq.) y resultado final (dcha.).

En los laterales, situaremos dos piezas triangulares que encajen entre el escalón y las vigas de soporte. Para ello crearemos un objeto *spline* con la forma triangular del hueco y la extruiremos con un grosor igual al de la viga. Posteriormente clonaremos esta pieza para situarla sobre la otra viga de soporte.

CREACIÓN DEL MODELO

Una vez creado un escalón completo, lo clonaremos tantas veces como escalones, esto es 17 veces y los situaremos a lo largo de las dos vigas de soporte de manera equidistante, de modo que el frentín de cada escalón apoye sobre el peldaño del anterior.

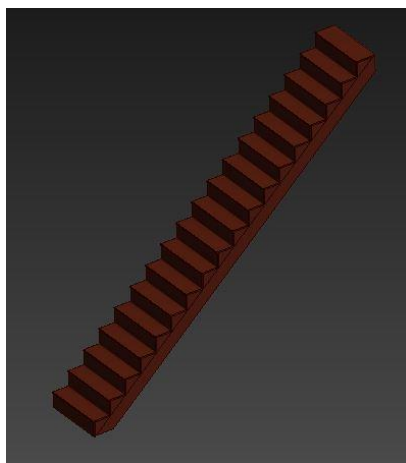


Fig. 65 - Vista del conjunto de vigas y escalones clonados.

Para la barandilla de la escalera, reconstruiremos el pasamanos y el listón inferior mediante dos objetos *chamfer box* alargados que situaremos oblicuamente.

El balaustre inicial, también será un objeto *chamfer box*, el cual convertiremos en *editable poly* para modelar mediante la manipulación de los vértices el ornamento que posee en la parte superior.

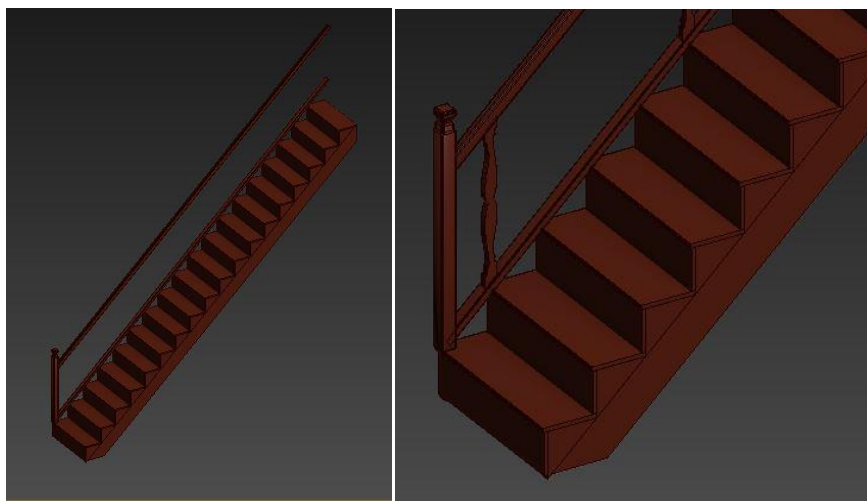


Fig. 66 - Vista general de la escalera con ambos pasamanos y balaustre inicial (izq.) y vista detalle del comienzo de la barandilla (dcha.).

El resto de balaustres poseen una forma irregular, por tanto para su creación, utilizaremos una foto como plantilla (al igual que hicimos con los planos o los balaustres de la azotea). Crearemos un objeto tipo *plane* y aplicaremos la foto del balaustre como textura. A continuación crearemos un objeto *spline* que siga el contorno de este balaustre, una vez cerrado el contorno procederemos a extruirlo obteniendo así el volumen apropiado. A continuación lo clonaremos tantas veces

CREACIÓN DEL MODELO

como balaustres hay en la barandilla y los situaremos equidistantemente a lo largo de esta.

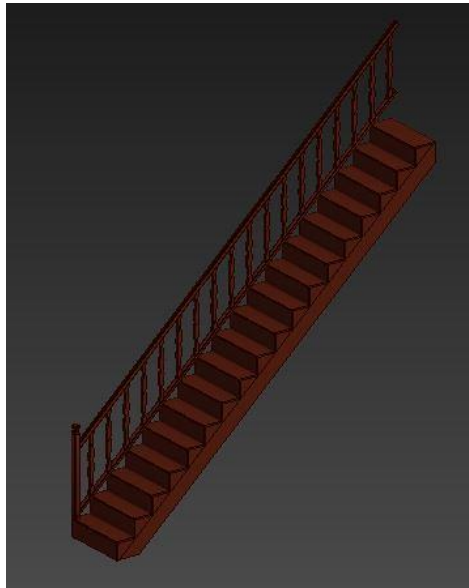


Fig. 67 - Vista en perspectiva de la escalera completa.

- **Escalera de la planta primera a la planta segunda:** Esta escalera resulta exactamente igual que la de la planta baja a la planta primera. Si bien, en este caso las vigas no se apoyan únicamente en el suelo y la planta superior, sino que existe una estructura de ladrillo que separa bajo esta donde se apoya la viga interior. Por tanto, para la creación de la escalera, únicamente la clonaremos y situaremos en la planta superior.

Para la creación de la estructura de ladrillo, crearemos un objeto tipo *box* y lo convertiremos a *Editable poly*. A continuación extruiremos sus caras y por último ajustaremos sus vértices para darle la forma y adaptarla a la inclinación de la escalera.

Crearemos el marco de la puerta como en ocasiones anteriores mediante una *spline* extruida, y la puerta será un objeto tipo *box* perforado mediante la herramienta *proBoolean* para crear la gatera. Por último crearemos los refuerzos de la parte posterior de la puerta mediante objetos tipo *box* para del tamaño de los listones.

CREACIÓN DEL MODELO

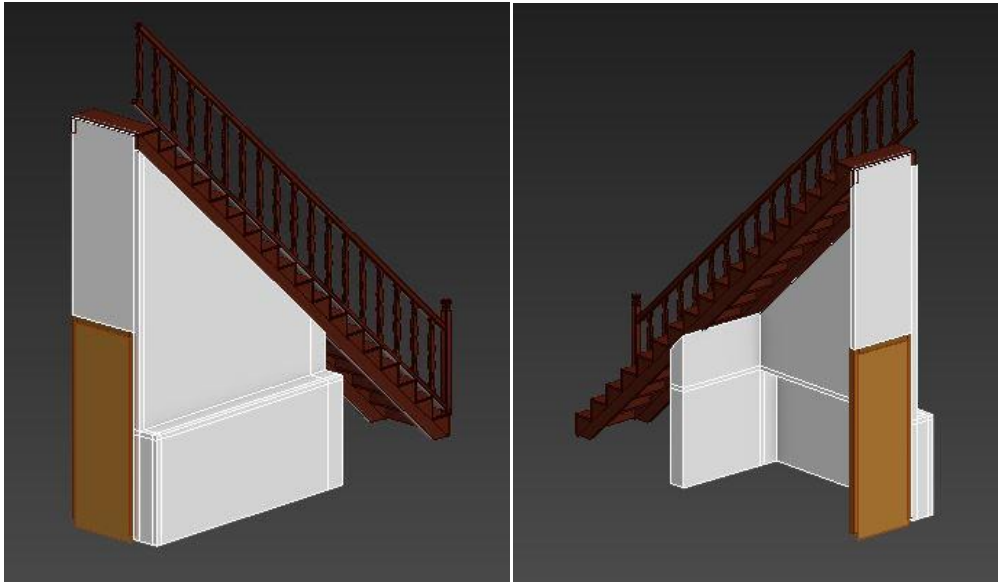


Fig. 68 - Vista de la estructura de acceso a la planta primera, y que sostiene la escalera de acceso a la planta segunda.

- **Barandilla de la planta segunda:** En este caso, la barandilla tiene la forma similar a la barandilla de las escaleras de las plantas inferiores, sin embargo los balaustres no tienen la forma sesgada, sino que son rectos en sus extremos. Puesto que no tenemos imágenes apropiadas para emplear el mismo sistema de plantilla que en los balaustres de las escaleras, tomaremos uno de estos, y modificaremos sus líneas para eliminar el sesgo, y así obtener un balaustre apropiado.

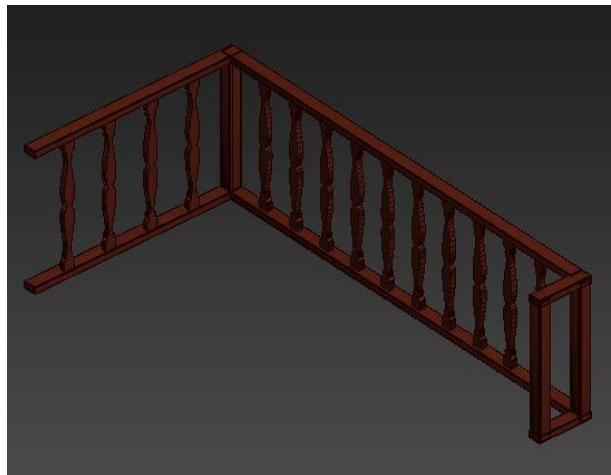


Fig. 69 - Vista de la barandilla de la planta segunda.

Para la creación del pasamanos y la base, al igual que para el balaustre inicial hemos creados objetos tipo *chamfer box* ajustados al contorno del hueco de la escalera. A continuación hemos clonado los balaustres en igual número a los existentes.

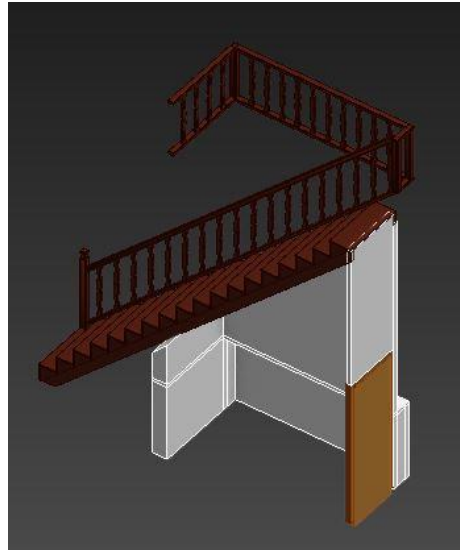


Fig. 70 - Vista del conjunto de la escalera de acceso a la planta segunda, incluyendo la barandilla y la estructura de soporte.

- **Escalera de la planta segunda a la azotea:** En este caso se trata de una escalera diferente. Se trata de una escalera en dos tramos con una meseta a media altura. En este caso los escalones no poseen frentín, sino solo peldaños unidos a unas vigas laterales.



Fig. 71 - Estructura de la escalera de acceso a la azotea.

Esta escalera la reconstruiremos únicamente mediante objetos tipo *box*. Las vigas, serán rotadas para ajustar su inclinación. Del mismo modo los peldaños se crearán mediante la clonación de una caja inicial modelo y distribuidos uniformemente a lo largo de la escalera. La meseta será un objeto tipo *box* que haga las veces de superficie y cajas que formarán la estructura que mantiene la plataforma unida.



Fig. 72 - Escalera de acceso a la azotea completa.

9. Reconstrucción de la azotea.

En la azotea, únicamente existen cuatro elementos que no forman parte de la estructura principal del edificio. Se trata de tres chimeneas empleadas para evacuar el polvo de la maquinaria y una caseta de acceso que protege la entrada a la azotea. A continuación explicamos las técnicas empleadas para su reconstrucción.

- **Caseta de acceso:** En primer lugar crearemos un objeto tipo *box* de una anchura y longitud 8cm mayor que el hueco de acceso a la azotea, y una altura de 1,7m. mayor y lo convertiremos en *editable poly*. A continuación le daremos inclinación a la cara superior con el fin de generar la pendiente del tejado. Seguidamente clonaremos este objeto y escalaremos la copia haciéndolo ligeramente más pequeño que el anterior. La diferencia entre la anchura y longitud de los lados será de 16cm (8cm por cada lado). Desplazaremos la cara inferior verticalmente hasta que esta interseque con la caja original.

A continuación convertiremos la caja inicial en un objeto *proBoolean* y la perforaremos con la caja clonada. De este modo tendremos una caseta hueca a falta de la abertura para la puerta. Para crear esta, crearemos un objeto tipo *box* del tamaño de la puerta con el marco incluido e intersecaremos la caseta que hemos generado. Seguidamente substraeremos este volumen a la caseta obteniendo así la caseta completa a falta de puerta.

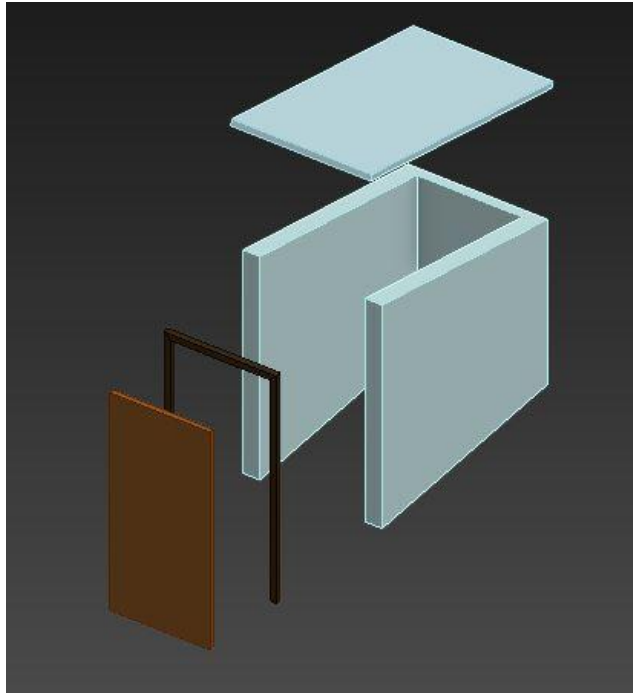


Fig. 73 - Descomposición de los elementos que conforman la caseta de acceso a la azotea.

Para la puerta, seguiremos el proceso empleado en casos anteriores. El marco consistirá en un objeto tipo *spline* con la forma del mismo *extruido*, y la puerta un objeto primitivo tipo *box*. En este caso no es necesario convertir esta en *proBoolean* al no existir ninguna gatera u orificio.

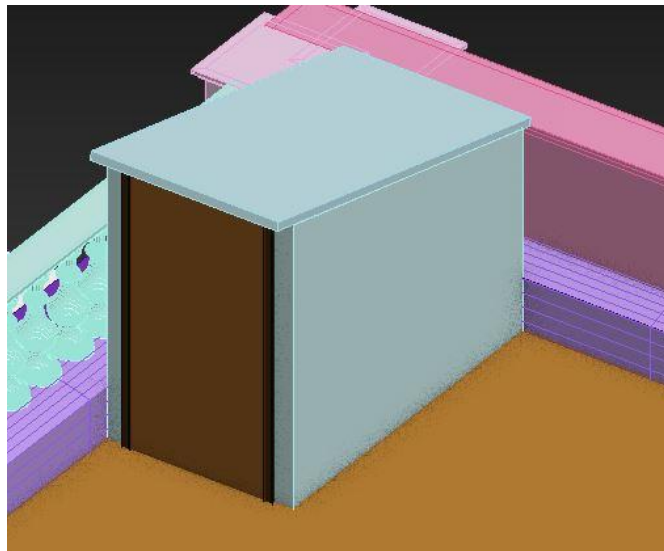


Fig. 74 - Vista de la caseta de acceso a la azotea en su entorno.

- **Chimeneas:** Las chimeneas constan de tres elementos, el tubo principal, un protector cónico en la parte superior y las bandas metálicas que fijan este al tubo. A continuación explicamos el proceso de creación de una de las chimeneas, el cual es extrapolable a las otras dos, cambiando únicamente las medidas.

CREACIÓN DEL MODELO

Para el tubo principal crearemos un objeto primitivo tipo *tube* (tubo), con una diferencia entre el radio interior y el exterior de 0,3cm. Por último, el cono protector lo crearemos mediante un objeto tipo *cone* (cono). Puesto que es un elemento sin demasiada relevancia, no lo haremos “hueco”, sino macizo, ya que no se apreciará la diferencia en los renders y evitaremos generar polígonos innecesarios.

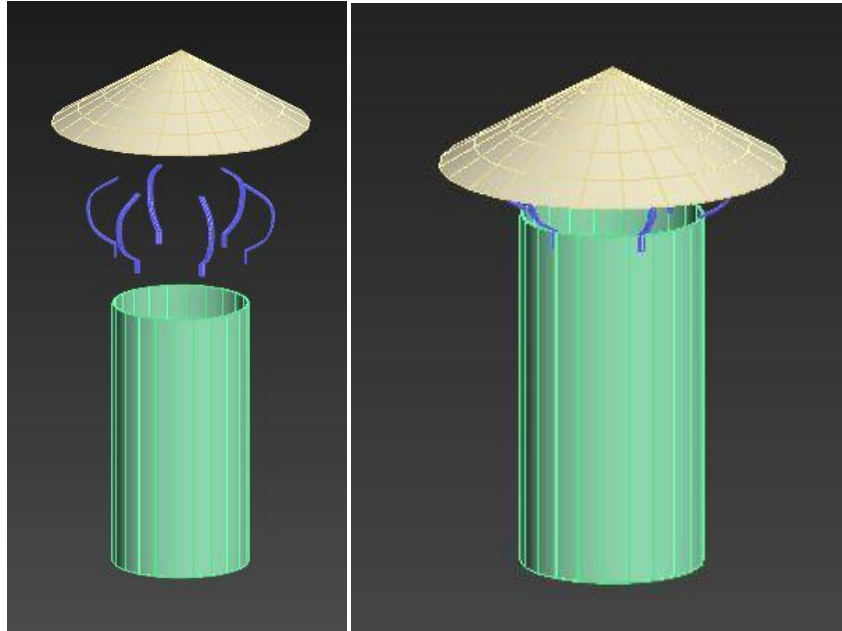


Fig. 75 - Descomposición de los elementos que componen una chimenea (izq.) y chimenea completa (dcha.).

Para las bandas metálicas, las crearemos una línea tipo *spline* que siga la forma de una de estas bandas. Activaremos la opción “Viewport render” y “final render” y le daremos un grosor de 3mm por el ancho correspondiente de la banda, que varía según la chimenea. A continuación clonaremos la banda tantas veces como bandas haya entre la chimenea y el protector. De este modo tendremos completa la chimenea.

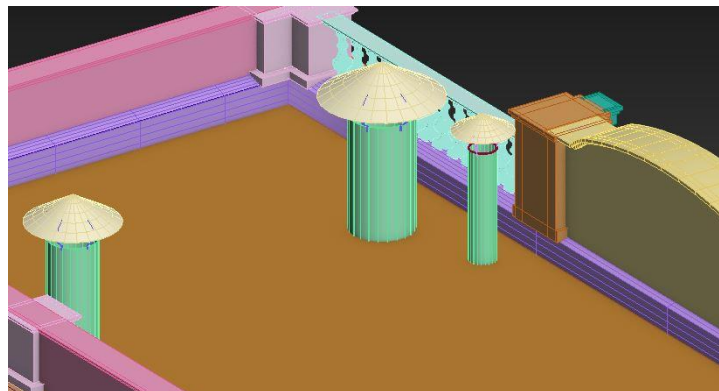


Fig. 76 - Distribución de las chimeneas en la azotea.

10. Creación de los almacenes adyacentes.

En este caso, únicamente vamos a reconstruir el aspecto externo de los almacenes. Tampoco añadiremos excesivo detalle, ya que se reconstruyen para darle un contexto mayor a los renders de la fachada, pero no tenemos especial interés en su

CREACIÓN DEL MODELO

reconstrucción. Se trata de dos construcciones similares, cuyas diferencias únicamente definiremos en el proceso de texturizado.

Para la creación del cuerpo de ladrillo, crearemos un objeto tipo *box* con las dimensiones del almacén y dos segmentos de ancho, y lo convertiremos a *editable poly*. A continuación manipularemos la arista que separa los dos polígonos de la cara superior y lo desplazaremos en el eje Z para crear la base del tejado a dos aguas.

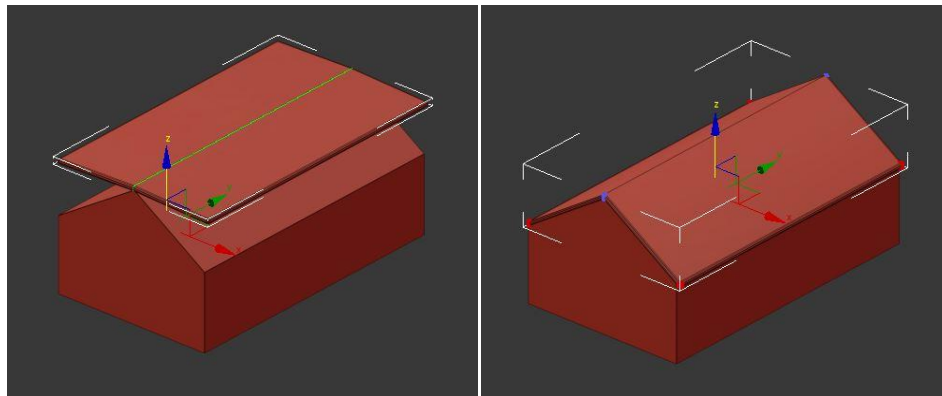
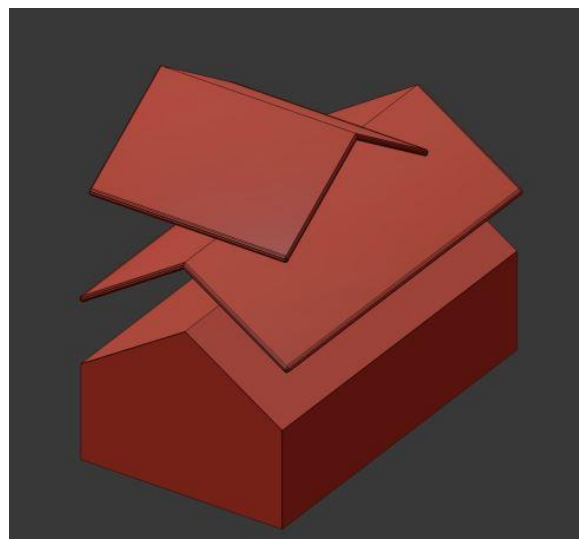


Fig. 77 - Vista del modelado del tejado de los almacenes adyacentes.

Para la creación del tejado, procederemos a crear un objeto tipo *chamfer box*, también con dos segmentos en anchura, y cuyas dimensiones excedan en 15cm por cada lado la base del cuerpo de ladrillo. A continuación lo convertiremos en *editable poly* y manipularemos sus vértices para que tome la forma de tejado a dos aguas que le corresponde.

Tras crear el primer almacén, lo clonaremos y situaremos la copia en el lugar que le corresponde al otro lado de la fábrica.



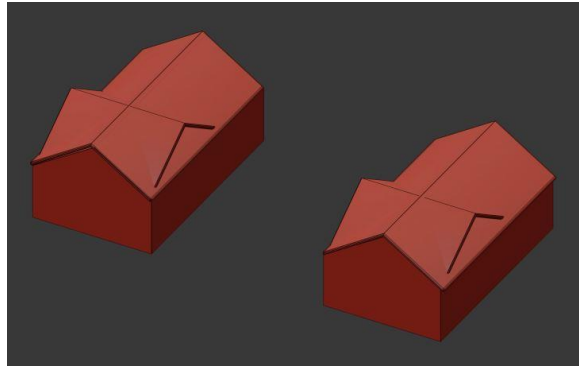


Fig. 78 - Descomposición de los elementos que conforman los almacenes adyacentes (arriba) y distribución de los almacenes (abajo).

11. Creación de los elementos del patio.

En el patio, existen diversos elementos asociados al edificio. A continuación explicamos cada uno de ellos y su modelado:

- **Escalón de acceso:** Este escalón de acceso, es un pequeño adorno situado en la parte frontal de la fachada inmediatamente a continuación de la misma. Consta de una pequeña acera que posee una longitud igual a la fachada la cual posee en el tramo situado ante la puerta de entrada un escalón de adoquines de mayor tamaño altura y anchura que el resto de la acera.

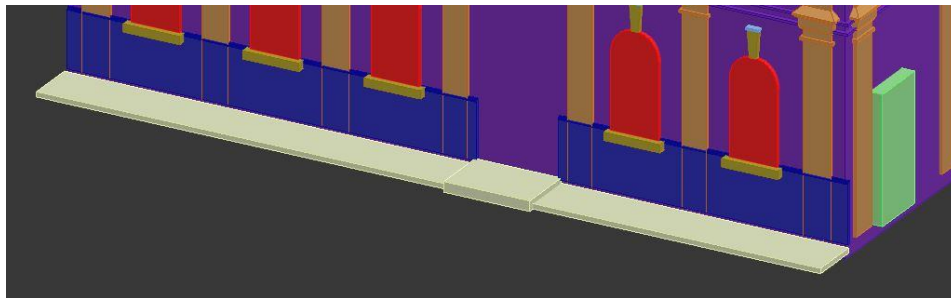


Fig. 79 - Vista del escalón de acceso a la fábrica.

Por tanto crearemos ambos elementos mediante dos objetos tipo *box*. El destinado a la acera, tendrá una longitud igual a la de la fachada, una anchura de 1,2m y un grosor de 10cm.

La caja destinada al escalón central tendrá un grosor de 20cm, una anchura y longitud de 1,2m. Quedando por tanto con una planta cuadrada.

- **Muelle de carga:** El muelle de carga, es una construcción adosada a la fachada, situada en la mitad sur de la misma. Se construyó con cemento y ladrillo sobre la acera de adoquines inferior. Consta además de dos arcos ornamentales en la plataforma de carga.

Para la creación del mismo, crearemos un objeto tipo *spline* que extruiremos con la cual crearemos la rampa y la plataforma de carga. Para ello dibujaremos el alzado de las mismas, y la extruiremos con un grosor de 1m (al igual que la acera inferior).

CREACIÓN DEL MODELO

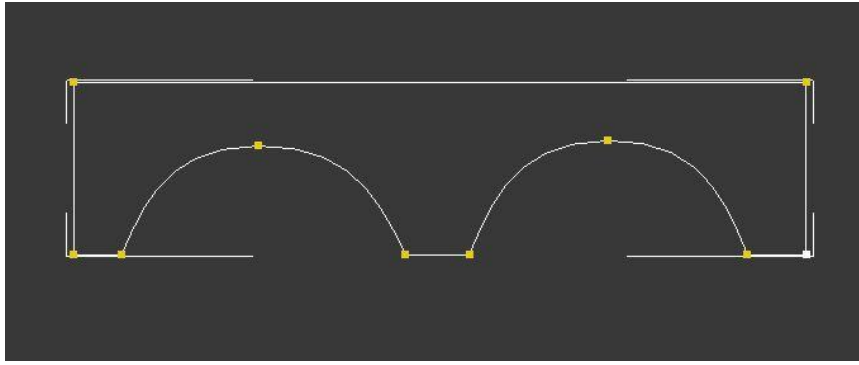


Fig. 80 - spline con la forma a extrudir para el modelado de los arcos del muelle de carga.

Los arcos, también los crearemos mediante la combinación de *splines* rectangulares y circulares que posteriormente extruiremos con un grosor de 12cm.

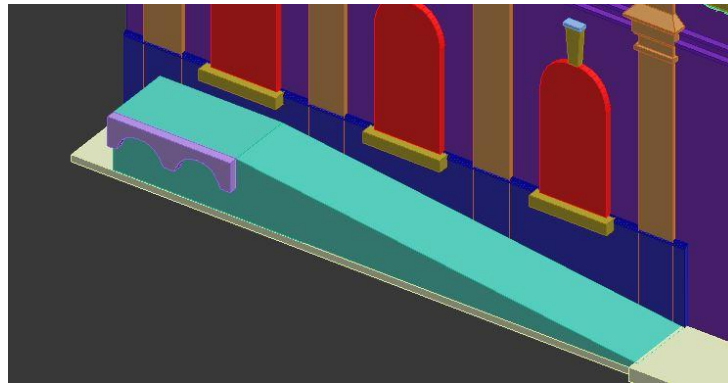


Fig. 81 - Muelle de carga completo.

- **Tejado frontal:** El tejado frontal se compone de unas planchas de chapa y unos soportes inferiores de hierro situados a la altura de las columnas de la fachada, así como de dos travesaños de madera que soportan longitudinalmente la chapa. Tanto los soportes de metal como los de madera, los crearemos mediante *splines*. En primer lugar, crearemos un soporte de metal mediante dos *splines* con la función “render in viewport” activada y una sección cilíndrica de radio 2,5cm. Crearemos una *spline* por cada barra metálica y las rotaremos para ajustarlas a su posición. A continuación clonaremos el conjunto y situaremos cada uno de estos en las correspondientes columnas de la fachada.

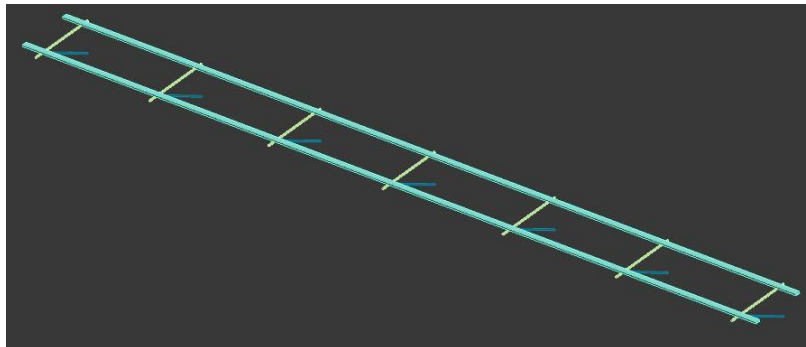


Fig. 82 - Estructura de soporte del tejado frontal.

CREACIÓN DEL MODELO

Para los travesaños de madera, crearemos dos objetos tipo *spline* lineales, con una sección rectangular de 4 x 8cm y la función “render in final render” activada.

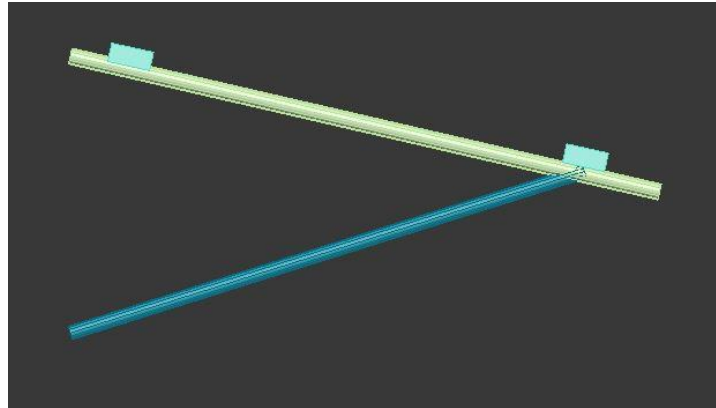


Fig. 83 - Vista lateral izquierda de la estructura de soporte del tejado.

Por último, el tejado, al tratarse de un elemento que se apreciará en detalle en si realizamos renders de la fachada y de la puerta de entrada, en lugar de crearlo mediante una simple caja, lo crearemos modelando los pliegues en detalle.

Para ello crearemos un objeto tipo *spline*. Este poseerá la forma de una onda completa del tejado, a continuación clonaremos esta onda tantas veces como creamos conveniente, y uniremos estas *splines* en un solo objeto.

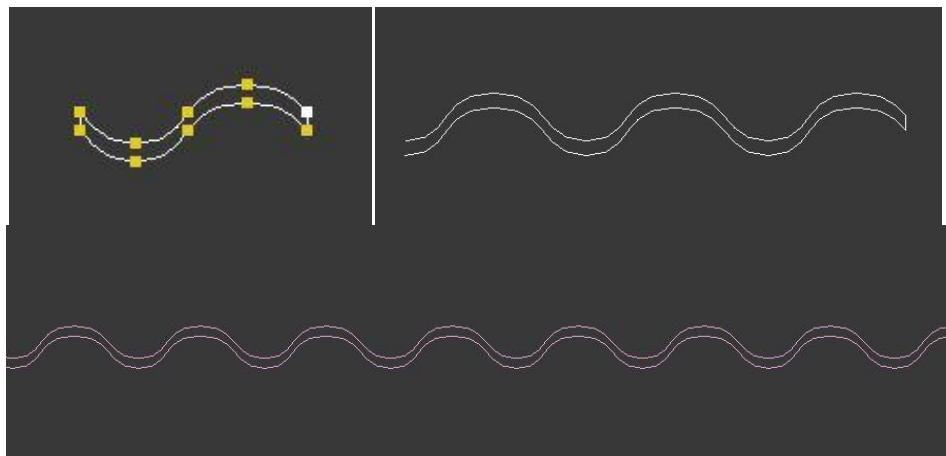


Fig. 84 - Vista del proceso de creación del spline a extrudir para la creación del tejado. spline inicial (arriba izq.), unión de dos splines (arriba dcha.), múltiples instancias unidas (abajo).

De este modo tendremos el corte transversal del tejado, por último lo extruiremos 1,2m aproximadamente de modo que obtengamos una plancha ondulada con una anchura mayor que la acera inferior. A continuación lo rotaremos, y situaremos de modo que quede apoyado sobre los travesaños de madera.

CREACIÓN DEL MODELO

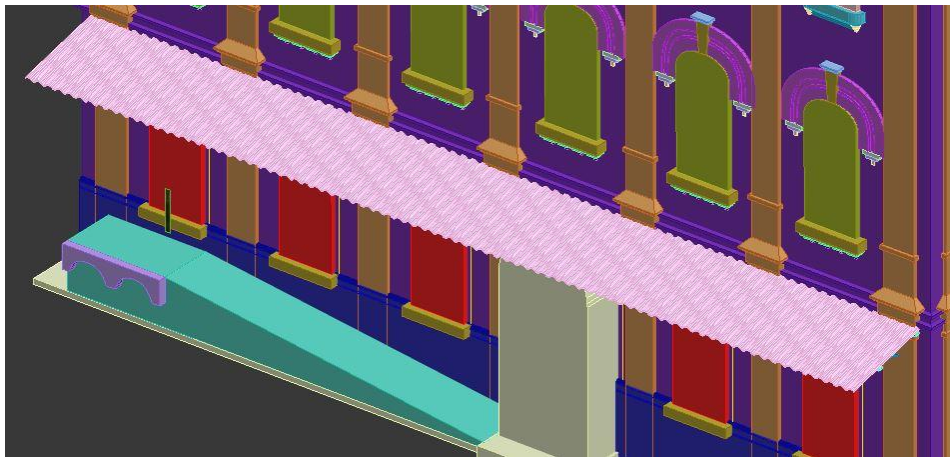


Fig. 85 - Tejado frontal terminado.

- **Panel panorámico:** Se trata de un panel que crearemos con el fin de aplicar una textura con una imagen panorámica del patio, de modo que los reflejos de los cristales de la planta baja, así como los renders tomados desde el interior de la planta baja, no muestren un cielo infinito en el horizonte, sino que muestren en mayor o menor medida el entorno del edificio. Para ello crearemos un objeto tipo *plane* (plano) de 4m de altura con X polígonos de longitud. A continuación aplicaremos el modificador *bend* (doblar) hasta lograr que el plano adopte la forma de un semicircular, cuyos extremos situaremos alineados con la fachada de los almacenes adyacentes laterales. Posteriormente será necesario modificarlo en cuando apliquemos la textura correspondiente para obtener un resultado óptimo.

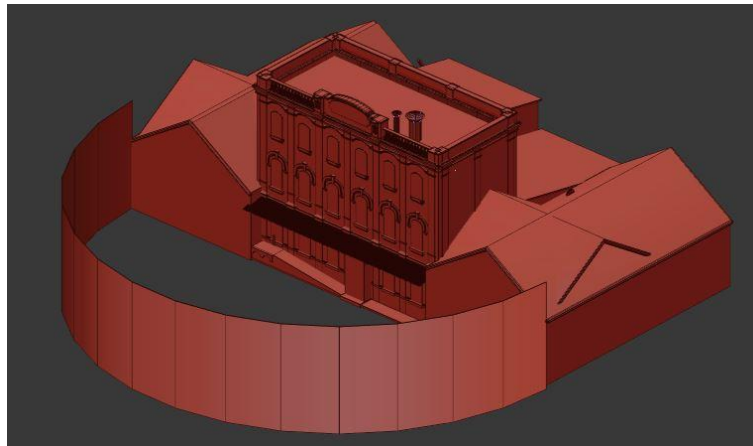


Fig. 86 - Vista de la situación y forma del panel panorámico.

- **Suelo:** El suelo del patio, lo crearemos mediante un objeto tipo *plane* de grandes dimensiones (X x Y), que se situará al nivel del suelo del edificio y que hará las veces del “peana” del modelo. De este modo, nuestro edificio no parecerá flotar en el aire, sino que se apoyará y proyectará sombras sobre el suelo del patio.

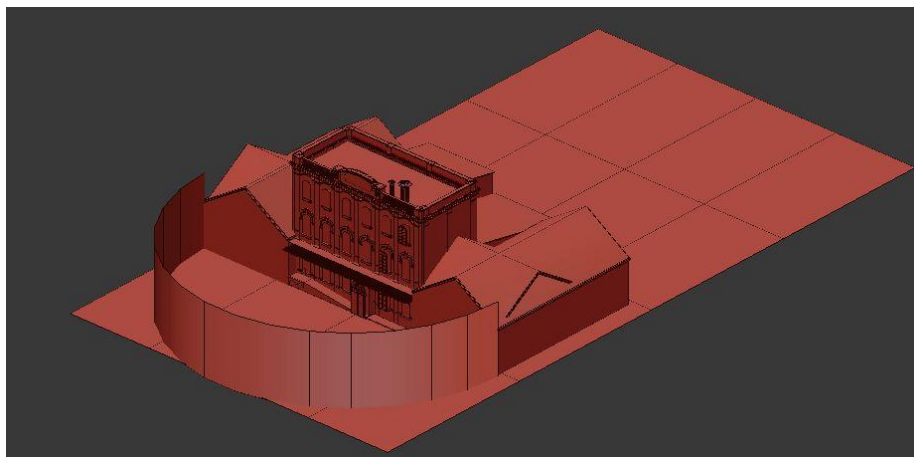


Fig. 87 - Vista del tamaño y posición suelo del patio.

12. Creación de elementos del almacén sur.

En el almacén sur, existen diversos elementos que si bien no forman parte de la estructura del edificio, no se pueden catalogar de maquinaria, por lo que procedemos a modelarlos en esta fase.

Plataforma de madera: Esta plataforma permite el acceso a la procesadora de salvados, se trata de una plataforma de madera soportada por varias vigas de este mismo material que se apoyan en el muro este del almacén (oeste de la fábrica) y en una viga de cemento situada entre el muro sur y el muro central.

Para crear la viga de cemento, ya que esta presenta unas depresiones en sus caras laterales, crearemos un objeto tipo *box* de 20 x 12cm con 3 caras de altura que convertiremos *Editable poly*. A continuación tomaremos los polígonos centrales de las caras laterales, y mediante la herramienta *bevel* los hundiremos hacia el interior de la viga, 2cm.

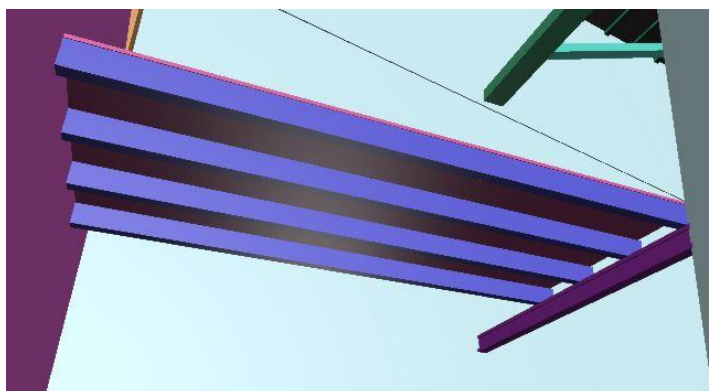


Fig. 88 - Vista inferior de la plataforma elevada del almacén sur.

Para las vigas de madera, crearemos un objeto tipo *box* con una sección de 10 x 10cm y una longitud igual a la distancia entre la pared y la viga de cemento. A continuación lo clonaremos tantas veces como vigas hay.

Por último para la plataforma crearemos un objeto tipo *box* de 2cm de grosor y un tamaño igual a la superficie de la tarima.

CREACIÓN DEL MODELO

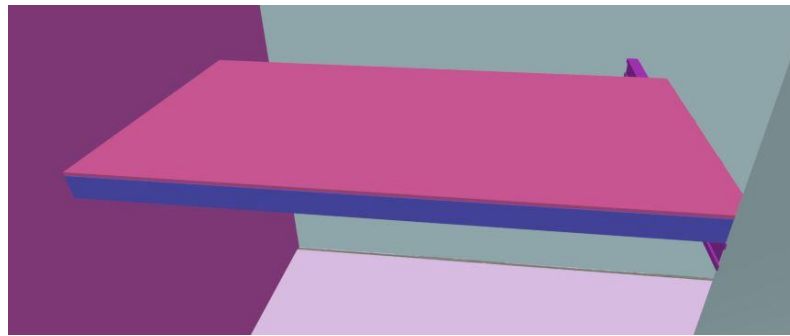


Fig. 89 - Vista superior de la plataforma elevada del almacén sur.

Por último, existe junto a la plataforma una pequeña escala que permite el acceso a esta, está compuesta por barrotes de metal incrustados en el muro. Para ello, únicamente crearemos un primer peldaño mediante una *spline* a la cual activaremos la opción “View in final render” y le daremos un radio de 1cm. A continuación, clonaremos el peldaño para crear la escala completa.



Fig. 90 - Escala de acceso a la plataforma del almacén sur.

- **Muestrario:** El muestrario se encuentra bajo el arco ciego del muro central, se empleaba para tener muestras a mano de los distintos productos fabricados, de modo que el personal de la fábrica pudiera suministrarlo a los clientes sin tener que hacer uso de las tolvas.

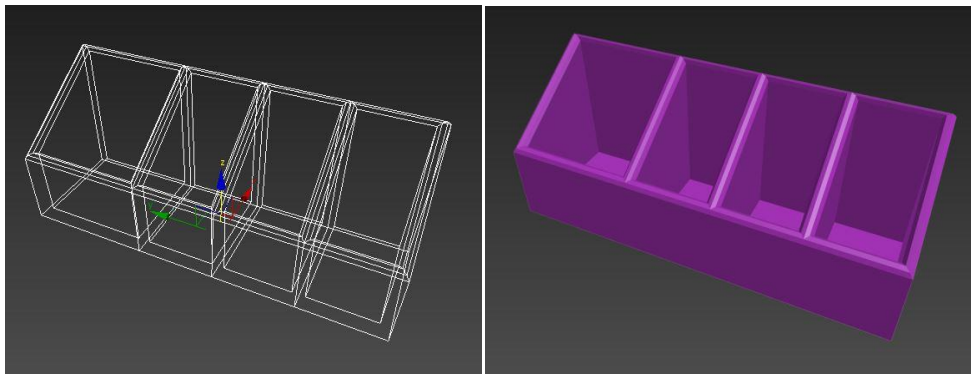


Fig. 91 - Vista en alambre (izq.) y sólida (dcha.) del muestrario del almacén sur.

Lo modelaremos mediante un objeto tipo *box* de convertido en *editable poly*. A continuación lo modificaremos, extruyendo sus caras y manipulando sus vértices hasta darle la forma adecuada. Para el biselado superior, emplearemos la herramienta *bevel* con el fin de darle una superficie redondeada.

- **Soportes de la pared:** En el muro sur, existen varias pequeñas vigas que probablemente fuesen usadas en tiempos pasados como soporte para algún tipo de maquinaria ya desaparecida. Si bien no conocemos la utilidad de las mismas en el funcionamiento de la fábrica, puesto que se trata de una reconstrucción íntegra debemos incluirlas en nuestro modelo.

La creación se realizará únicamente mediante dos objetos tipo *spline* lineales con una sección de 8 x 12 cm, situando uno horizontalmente para a continuación situar el segundo de forma oblicua entre este y la pared. Tras crear un modelo inicial, lo clonaremos tantas veces como soportes hay y los distribuiremos en las posiciones que les corresponden.

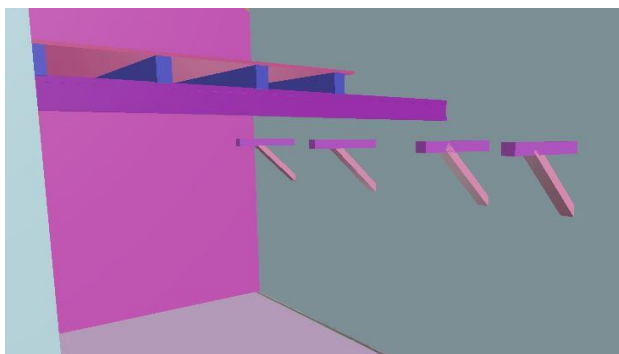


Fig. 92 – Soportes de la pared del almacén sur.

13. Perforación y colocación de puertas y ventanas.

Para crear los huecos de las puertas y las ventanas, haremos uso de los objetos tipo *boolean* (*booleanos*) que permiten la sustracción entre objetos sólidos. Esto es, permite la eliminación de parte del volumen de un objeto en base a otro objeto sólido cuyo volumen será el retirado del primero.

A continuación, utilizaremos la herramienta *proBoolean* que permite sustraer múltiples objeto de un único objeto base. Para ello seleccionaremos los muros correspondientes, y tras seleccionar la opción *proBoolean* sustraeremos los objetos creados para realizar las perforaciones de puertas y ventanas. De este modo,

CREACIÓN DEL MODELO

tendremos todos los muros correctamente perforados y listos para situar en sus huecos las puertas y ventanas correspondientes.

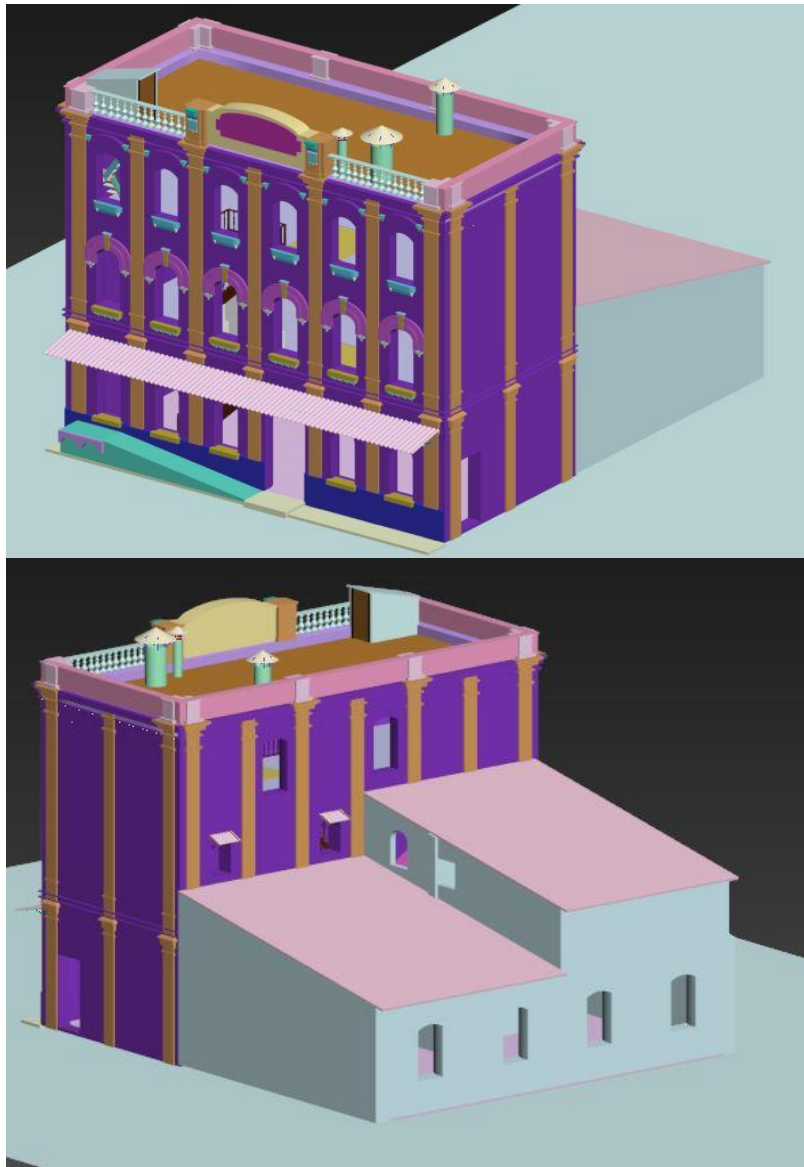


Fig. 93 - Vista del modelo una vez perforados los vanos de las puertas y ventanas.

Una vez tenemos el edificio correctamente perforado, procederemos a la colocación de las ventanas y las puertas en sus correspondientes vanos. Para ello, tomaremos cada uno de los modelos iniciales de las ventanas y los situaremos centrados en los vanos que les corresponden (como hemos visto, hay diferentes modelos dependiendo de la planta). A continuación, clonaremos cada uno de estos modelos, e iremos situando las copias en los distintos huecos creados a lo largo de todo el edificio.

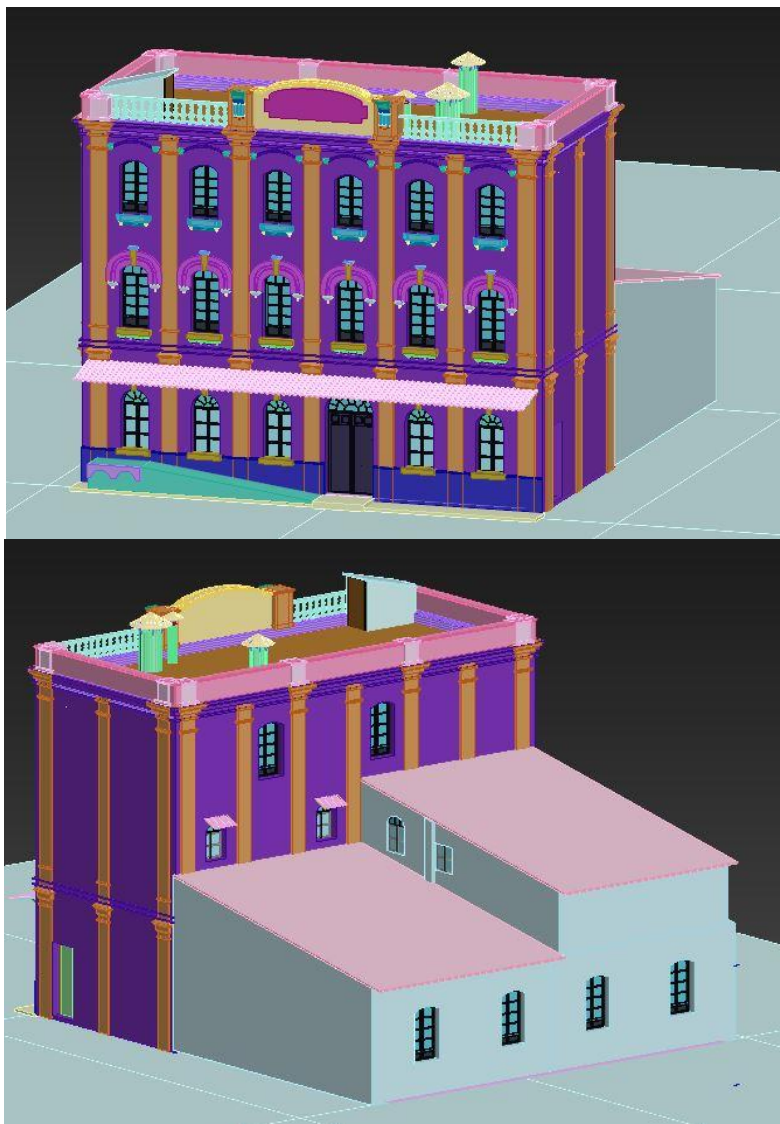


Fig. 94 - Vista del modelo completo, una vez clonadas y situadas las ventanas.

Por último, aunque no se trata de una puerta o ventana propiamente dicha, crearemos los arcos del muro central de los almacenes. En este caso, ambos arcos son iguales en tamaño, sin embargo uno de ellos es ciego y el otro no. Crearemos un *spline* circular y uno rectangular, y los combinaremos para crear la forma del arco de medio punto. Tras esto, lo extruiremos y lo clonaremos. Situaremos los arcos en su posición, de modo que el arco situado al oeste perfore completamente el muro, y el situado al este perfore el muro dejando una delgada pared de 15cm aprox. que es el grosor que calculamos para el tabique de ladrillo que ciega el arco. Por último emplearemos la herramienta *proBoolean* para realizar las perforaciones en el muro.

8.1.4 REVISIÓN:

Tras todo el proceso de modelado, tendremos el modelo del edificio al completo y listo para pasar a la siguiente fase. Sin embargo, primero deberemos llevar a cabo una revisión para asegurarnos de que no hemos cometido ningún error o nos hemos dejado algún elemento por modelar.

CREACIÓN DEL MODELO

En este caso, la revisión no será demasiado compleja, ya que no hay ningún elemento previo en el modelo que se pueda ver afectado por el trabajo que hemos llevado a cabo. Por tanto la revisión constará de las siguientes tareas:

- **Comprobación de elementos:** Comprobaremos que todos los elementos modelados se encuentran presentes, ya que puede haberse borrado alguno por equivocación o no se haya clonado correctamente. Al estar trabajando con un gran número de objetos, se puede dar el caso que a la hora de eliminar un objeto, seleccionemos más de uno sin darnos cuenta y haya desaparecido un elemento que no debía ser borrado. En caso de ser así, se creará de nuevo, o si es posible se importará de alguna copia de respaldo de nuestro archivo .max previo donde aún no hubiese sido borrado.
- **Comprobación de posiciones y tamaños:** Comprobaremos la posición de todos los elementos, verificando si están correctamente alineados, si hay existen espacios inadecuados (por ejemplo entre los marcos de las ventanas y el muro), así como si los tamaños se corresponden a las dimensiones correctas del objeto modelado.

Tras la revisión, el modelo está completamente listo para pasar a la fase de iluminación.

8.2 ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO

El siguiente paso es crear el sistema de iluminación del modelo. Aunque podría parecer más lógico llevar a cabo el proceso de texturizado, necesitamos conocer primero la iluminación de la escena, para poder realizar unas texturas adecuadas, ya que si son las texturas las se crean primero, después pueden verse alteradas por la iluminación aclarando u oscureciendo los tonos de las mismas y resultando poco realistas.

8.2.1 DOCUMENTACIÓN

La documentación necesaria en este es muy poco. Tan sólo necesitamos conocer las coordenadas geográficas de la fábrica y su orientación, para posteriormente poder simular el sistema fotorrealista de iluminación.

Para ello hacemos uso de la herramienta online “Visor SIGPAC”⁷ del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el cual nos permite ver el territorio nacional de España mediante cartografía u ortofotos, así como tomar medidas de superficies, distancias y obtener coordenadas geográficas.

⁷ Visor SIGPAC – Disponible en: <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

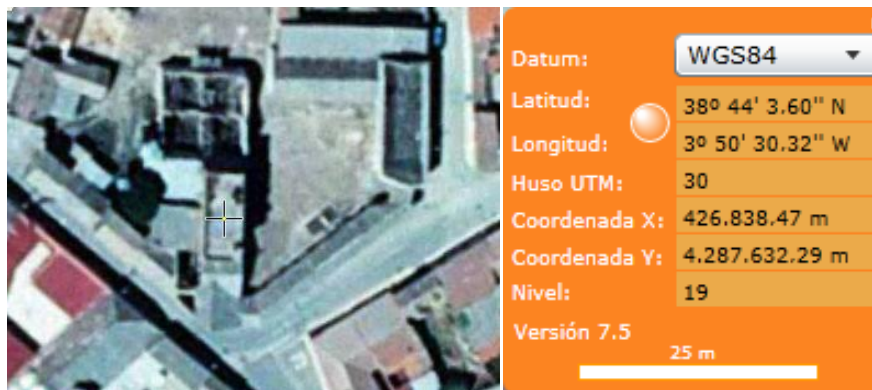


Fig. 95 - Ortofoto de la localización de la fábrica (izq.) y coordenadas dadas por el Visor SIGPAC (dcha.).

Lo que debemos hacer es localizar la fábrica en el visor y obtener las coordenadas de la misma, las cuales nos permitirán orientar correctamente la luz solar en nuestro modelo.

Además, la ortofoto nos permite conocer la orientación del edificio, como podemos ver en la Fig. 87 la fábrica tiene una orientación este-oeste, teniendo su puerta de acceso en el muro oeste, y estando situados los almacenes traseros al este del edificio principal.

8.2.2 PLANIFICACIÓN

Tras obtener los datos necesarios para el sistema de iluminación, procedemos a definir las tareas a realizar para llevar a cabo la implementación del mismo. Estos serán:

1. Creación y configuración del sistema global de iluminación.
Crearemos el sistema *daylight*, y configuraremos sus parámetros para que sea acorde a la situación física de la fábrica.
2. Creación de los portales de luz.
Se crearán y situarán los portales a través de los cuales la luz entrará en el interior del edificio, procedente del exterior.
3. Configuración de los portales de luz.
Se configurarán los portales de luz de modo que estos posean una configuración adecuada para nuestro modelo.
4. Realización de pruebas de iluminación.
Realizaremos diversas pruebas en base a la configuración realizada con el fin de verificar que la iluminación es la adecuada.
5. Corrección de luces y configuración final.
Corregiremos posibles errores en la iluminación y ajustaremos la configuración final del sistema de iluminación.

8.2.3 IMPLEMENTACIÓN

1. Creación y configuración del sistema global de iluminación.

En primer lugar deberemos crear un sistema de iluminación *daylight* (luz diurna), el cual simula la iluminación global sobre el modelo como si se tratase de un objeto situado en la superficie terrestre. Este sistema consta de un objeto *compass* (brújula)

CREACIÓN DEL MODELO

que permite la orientación del sistema, así como de un objeto *daylight* que simula la posición del sol respecto del centro de la brújula.

La brújula deberemos situarla en el centro de nuestro modelo a la altura de la tierra, y rotarla de modo que los puntos cardinales queden correctamente orientados en base a la orientación del edificio original.

El objeto *daylight* posee una serie de parámetros que deberemos configurar para que la iluminación sea acorde con la situación de nuestro modelo:

- **Daylight parameters:**
 - *Sunlight*: Este parámetro define el tipo de iluminación solar que presentará nuestra escena, escogeremos el modo “mr Sun”, esto es básicamente el tipo de iluminación solar que corresponde con el motor de render Mental Ray.
 - *Skylight*: Define el tipo de iluminación producida por la atmósfera, escogeremos mr Sky por ser la óptima para renderizar con el motor de render Mental Ray.
 - *Position*: Por último, debemos definir la posición de la fuente de iluminación, escogeremos la opción Date, Time and Location, y estableceremos los parámetros del siguiente modo:
 - Hora, minutos y segundos: Escogeremos las 10:00:00 de la mañana, por ser una hora en la que hay suficiente iluminación, y la fábrica estaría en pleno funcionamiento. Este es un parámetro que si deseamos podremos modificar posteriormente si queremos ver la iluminación en otro momento del día.
 - Mes, día y año: Hemos optado por el 1 de julio de 1960, por ser una época del año donde la fábrica, tras la cosecha estaría a pleno rendimiento. El año apenas varía la posición del sol, pero optamos por este por ser una época en que la fábrica se encontraba en activo.
 - Posición: Puesto que tenemos la latitud y la longitud en grados de nuestra fábrica, por tanto indicaremos 38 grados en la latitud y 3 en la longitud. No indicaremos los minutos y segundos con el fin de simplificar la configuración, ya que apenas modificarán la posición del

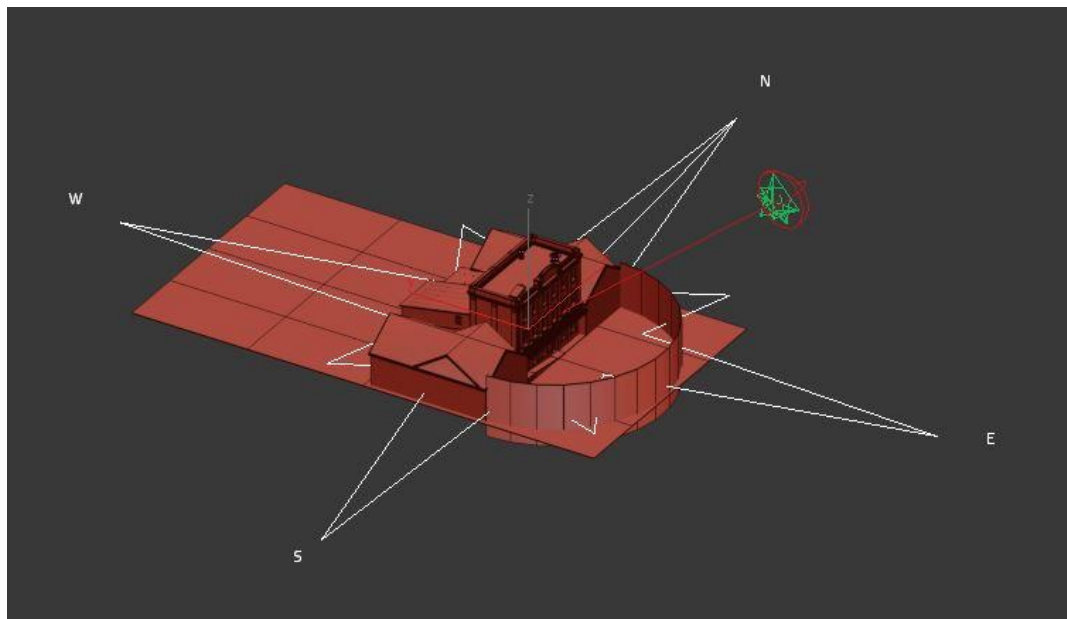


Fig. 96 - Disposición del objeto *daylight* (en verde y rojo) respecto del modelo se aprecia también la orientación del objeto "Compass" (en blanco).

- ***mr Sun Basic Parameters:***

- *Multiplier:* Indica la intensidad de la luz, por defecto el valor es de 1 y activaremos la casilla "On" que permite activar o desactivar la luz solar.
- *Use Photon Target:* Activaremos esta opción y especificaremos un radio de 40m, de modo que nuestra escena quede englobada en el cilindro proyectado desde el nuestro objeto daylight. De este modo, optimizaremos la generación de los fotones de la escena, agilizando la generación de imágenes.

El resto de parámetros los dejaremos tal y como vienen por defecto, ya que son parámetros avanzados que no es necesario ajustar para el objetivo que perseguimos con nuestra escena.

2. Creación de los portales de luz.

A continuación, deberemos crear diversos objetos "mr Sky Portal", los cuales en la pestaña *Create* (crear), menú *Lights* (luces), opción *Photometric* (fotométrica). Estos portales se situarán delante de todos aquellos huecos por los que entrará la luz al interior de nuestro edificio.

CREACIÓN DEL MODELO

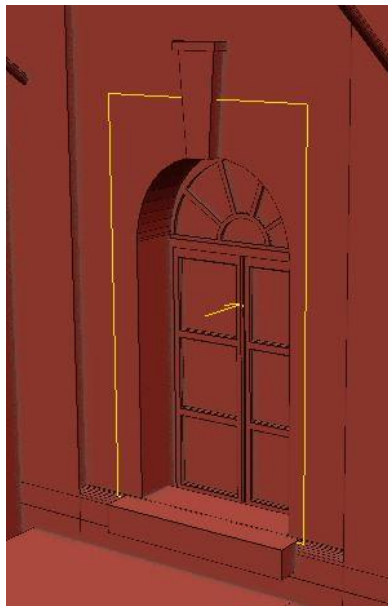


Fig. 97 - Vista de un portal de luz (en amarillo) frente a una ventana de la planta baja.

Para ello, crearemos un objeto *mr Sky Portal* (portal de luz de Mental ray), y le daremos un tamaño de modo que cubra por completo y sin exceder en exceso, el vano de las puertas y ventanas por las que entrará luz. Además el vector central que indica el flujo de luz a través del mismo, deberá estar apuntando hacia el interior del edificio.

Crearemos un portal inicial por cada grupo de ventanas, siendo estos grupos todas aquellas ventanas que se encuentren en un mismo muro. Esto es:

- Ventanas de la planta baja.
- Ventanas frontales de la planta primera.
- Ventanas traseras de la planta primera.
- Ventanas frontales de la planta segunda.
- Ventanas traseras de la planta segunda.
- Ventanas superiores de los almacenes, salvo la ventana cuadrada.
- Ventanas traseras de los almacenes.

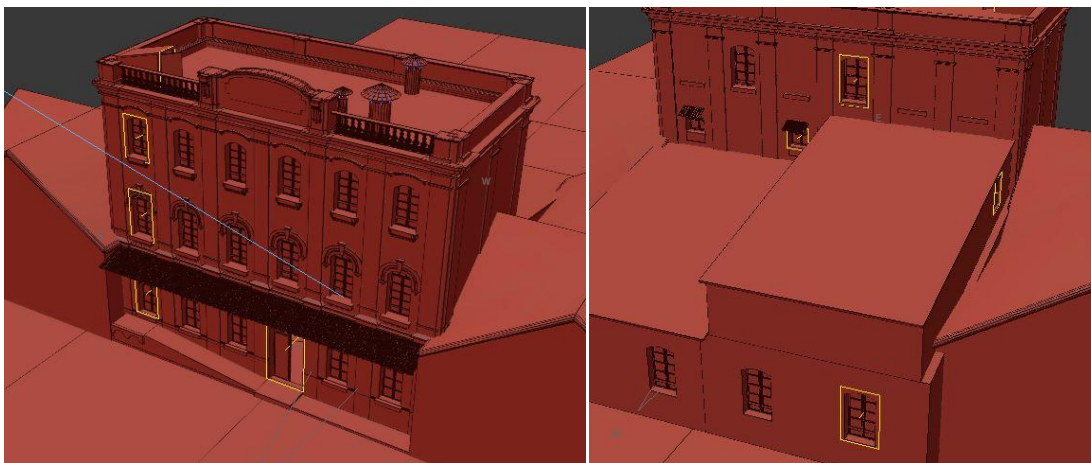


Fig. 98 – Vista frontal (izq.) y trasera (dcha.) de los portales iniciales que posteriormente serán clonados.

Asimismo crearemos portales individuales para la puerta principal, la puerta de acceso a la azotea y la ventana cuadrada superior del almacén sur.

A continuación por cada grupo, clonaremos los portales iniciales creados, generando nuevas instancias y situándolas delante de los vanos de su mismo grupo. Al clonarlos escogeremos la opción “Instance” (instancia), esto nos permitirá en el caso de modificar algún parámetro de un portal, que estos cambios se apliquen a todas las otras instancias creadas de su mismo grupo.

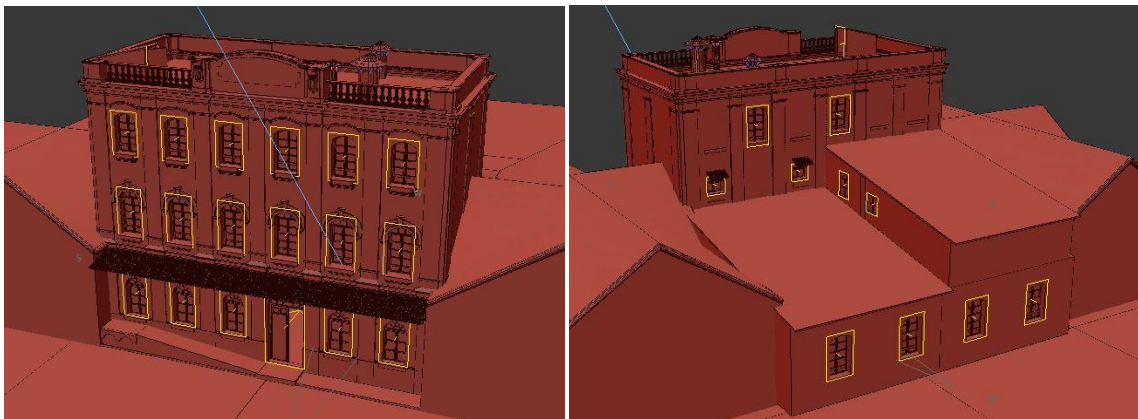


Fig. 99 - Vistas de todos los portales de luz creados en la escena.

3. Configuración de los portales de luz.

Una vez tenemos todos los portales creados, deberemos configurarlos para ajustar la cantidad de luz que entra en el interior de nuestro edificio.

En este caso, deberemos configurar para cada grupo de portales los siguientes parámetros.

- **Mr Skylight Portal Parameters:**
 - *On:* Activaremos esta opción para que la luz se encienda, y la desactivaremos para apagarla. En el caso de los renders de exteriores, deberá estar apagada, y encendida para los renders de interiores.
 - *Multiplier:* Indica la intensidad de luz que emite nuestro portal en base a los objetos Skylight de nuestra escena.
 - *Shadows:* Activaremos esta opción para que los objetos iluminados por los portales arrojen sombras.
 - *From Outdoors:* Dejaremos desactivada esta opción, la cual permite que los objetos externos arrojen sombras al interior de nuestro edificio o la desactivaremos si no queremos que esto influya en nuestra escena.
 - *Shadow Samples:* Define el valor del número de muestras que se crearán para la generación de sombras, a mayor valor mejor

calidad, pero también un mayor tiempo de cómputo. El valor por defecto es 16.

- *Dimensions*: Este parámetro define el tamaño del portal, se configura automáticamente el momento de creación de nuestro objeto. Sólo es necesario modificarlo en caso de que queramos cambiar el tamaño de nuestro portal.
- ***Mental ray Indirect Illumination***:
 - *Automatically Calculate Energy and Photons*: Nos indica si deseamos que el sistema calcule automáticamente la energía y el número de fotones. Si lo desactivaremos nos permitirá configurarlo manualmente. Mantendremos activada la opción de cálculo automático salvo que se aprecien defectos de iluminación en la escena.

4. Realización de pruebas de iluminación.

A continuación realizaremos una serie de pruebas, para poder ajustar correctamente los parámetros de luz. Para ello, generaremos varios render y compararemos los resultados de modo que podamos obtener los mejores resultados posibles con un tiempo de cómputo aceptable.

Para agilizar la realización de las pruebas, ocultaremos los elementos externos del patio, tal como los almacenes, o el panel panorámico, de modo que al haber menos elementos visibles, el render sea más rápido.

En primer lugar deberemos configurar varios parámetros:

- ***Menú Render Setup***:
 - *Pestaña Common*:
 - **Tamaño**: Ajustaremos el tamaño del render a una resolución de 320 x 240px o 640 x 480 px en función de la necesidad de apreciar detalles en la escena. Se emplea una resolución menor que la del render final, con tal de reducir el tiempo de cómputo y agilizar así el proceso.
 - *Pestaña Indirect Illumination*:
 - **Final Gather**: Se encarga de hacer una estimación de la iluminación en cada uno de los puntos de la escena, en base a los puntos cercanos. En nuestras pruebas emplearemos la configuración predeterminada “Draft” (borrador), ya que tan sólo queremos evaluar la iluminación de la escena a grandes rasgos. Si aumentamos los parámetros a Medium o High, obtendremos renders de mayor calidad, pero aumentará el tiempo de cómputo exponencialmente.
 - **Global Illumination**: Se encarga de calcular la iluminación producida por los rebotes de luz en las distintas superficies. En la realidad el número de rebotes de la luz, es muy alto aunque depende de la superficie. En nuestra escena lo ajustaremos con el fin de obtener unos resultados fotorrealistas pero sin aumentar en exceso el tiempo de cómputo.

- *Pestaña Processing:*
 - **Override material:** Esta opción nos permite “cubrir” toda la escena con un único material. Esto se emplea para evitar que los colores o texturas de los objetos puedan alterar la percepción de la iluminación de la escena. Por tanto, crearemos un material “*Arch & Design*” con un color difuso gris claro que viene por defecto, y reduciremos el parámetro “*reflection*” a 0 con el fin de crear un material completamente mate.
Además para las pruebas exteriores deberemos ocultar los objetos que forman los cristales de todas las ventanas, ya que estas al tener asignado dicho material serán opacas y no permitirán la entrada de luz. De este modo podremos aproximar la iluminación interna del edificio. Y posteriormente podrá ser revisado cuando se asigne el material de cristal que les corresponde.
- **Menú *Environment and effects:***
 - *Pestaña Environment:*
 - **Preset:** Este menú nos permite ajustar las propiedades de la luz, así como la sensibilidad del render a la iluminación. Deberemos ajustar este parámetro a “*Physically Based Lighting: Indoor daylight*” (para luz diurna interior) o “*Physically Based Lighting: Outdoor daylight*” (para luz diurna exterior) para obtener la luz necesaria en función de nuestro render.
 - **Exposure value:** Además deberemos ajustar la sensibilidad de la cámara a la luz en el parámetro *Exposure Value* que por defecto será de 10 valores en interiores y 15 en exteriores. Siendo más sensible a la luz cuanto más bajo es el valor.

Pruebas exteriores: En primer lugar, comenzaremos por realizar las pruebas de iluminación exterior, ya que son las más sencillas debido a que sólo es necesario configurar el objeto *daylight*, los portales de luz deberán permanecer desactivados mientras realizamos estas.

Comenzaremos por evaluar los diferentes parámetros a ajustar y su efecto sobre el tiempo de cómputo y la imagen.

- ***Multiplier:*** Es el parámetro que nos permitirá controlar la luz. Por defecto su valor es de 1. Realizaremos tres pruebas, configurándolo con valores de 0.8, 1 y 1.2. Como podemos comprobar, el valor de 0.8 es demasiado escaso, y el valor 1.2 comienza a quemar la imagen, por tanto, optaremos por emplear el valor 1.
- ***Shadow Samples:*** Este parámetro afecta al número de muestras que se emplearán para calcular la sombra. A mayor número de muestras, la sombra se mostrará más suavizada y presentará menor granulación. El valor por defecto es de X. realizaremos pruebas con valores de 4, 8, 16 y 32. Tras realizar las pruebas, observamos que no se aprecia un cambio muy significativo entre las distintas configuraciones, aunque conforme aumenta el número de muestras aumenta

CREACIÓN DEL MODELO

también el tiempo de cómputo. Optamos por mantener el valor por defecto de 16 que nos permite mantener una calidad aceptable sin requerir un excesivo tiempo de render.

- **Shadow Softness:** Indica el nivel de difuminado de la sombra que proyectan los objetos. El valor por defecto es de 1,5. Realizaremos pruebas con valores de 1, 1.5 y 2. Tras ver la calidad de los resultados, un valor de 2, difumina en exceso la sombra, y un valor de 1, resulta excesivamente dura, por lo que la configuración final la mantendremos en 1.5.

A continuación mostramos una tabla con las pruebas realizadas y los valores de los parámetros evaluados así como del tiempo de cómputo obtenido. Las imágenes se pueden ver en el *Anexo IV: Imágenes resultantes de las pruebas de iluminación*.

Nombre De la imagen	Parámetro evaluado	Valor	Resolución (px)	Tiempo de cómputo (min)
EXT1	Multiplier	0.8	640 x 480	3:05
EXT2	Multiplier	1	640 x 480	3:04
EXT3	Multiplier	1.2	640 x 480	3:02
EXT4	Shadow Softness	0.5	640 x 480	3:20
EXT5	Shadow Softness	1	640 x 480	3:15
EXT6	Shadow Softness	1.5	640 x 480	3:14
EXT7	Softness Samples	4	640 x 480	3:31
EXT8	Softness Samples	8	640 x 480	3:30
EXT9	Softness Samples	16	640 x 480	3:39
EXT10	Softness Samples	32	640 x 480	3:48

Tabla 4 - Pruebas de iluminación exterior.

Pruebas interiores: En primer lugar realizaremos las pruebas de luz de la planta baja, de modo que podamos evaluar los efectos en la variación de los parámetros de los portales de luz. Una vez comprobados, escogeremos una configuración apropiada en base a los resultados, y aplicaremos dicha configuración a los portales de las plantas superiores reajustando la configuración si es necesario.

- **Multiplier:** Realizamos pruebas con valores de 1, 1.5 y 2. Al tratarse de un render interior, el tiempo de render se incrementa en gran medida, por ello bajaremos la resolución a 320 x 240 ya que no necesitamos apreciar excesivos detalles, sino comprobar si la intensidad de la luz es suficiente. Tras analizar los resultados, observamos que la intensidad de la iluminación, produce un mejor resultado empleando un valor de 1. en gran medida de las texturas y colores aplicados en la misma.
- **From Outdoors:** Comprobamos la diferencia existente entre activar o desactivar esta casilla. Como podemos ver, activando este parámetro la iluminación en la escena resulta excesivamente iluminada, apreciándose zonas luminosas cuando no debería ser así (obsérvese la parte posterior de la puerta de entrada por ejemplo).
- **Shadow samples:** En este caso el parámetro viene por defecto con un valor de 16 muestras. Realizaremos pruebas con valores de 8, 16 y 32. Puesto que

CREACIÓN DEL MODELO

debemos apreciar detalles en las sombras, realizaremos los render a una resolución de 640 x 480px. En este caso no se aprecia diferencia alguna entre las distintas configuraciones, y tampoco se ve especialmente afectado el tiempo de render, por lo que mantendremos la configuración en el valor por defecto que es 16 samples.

Nombre De la imagen	Parámetro evaluado	Valor	Resolución (px)	Tiempo de cómputo (min)
INT1	Multiplier	0.5	320 x 240	8:30
INT2	Multiplier	1	320 x 240	9:12
INT3	Multiplier	1.5	320 x 240	8:34
INT4	From Outdoors	Desactivado	640 x 480	14:23
INT5	From Outdoors	Activado	640 x 480	14:54
INT6	Shadow Samples	8	640 x 480	23:44
INT7	Shadow Samples	16	640 x 480	18:41
INT8	Shadow Samples	32	640 x 480	19:00

Tabla 5 - Pruebas de iluminación interior.

Tras decidir los parámetros generales de calidad en la planta baja, realizaremos pruebas de iluminación en los restantes espacios de la fábrica. Únicamente nos limitaremos a reajustar el valor del parámetro *Multiplier*, que nos permitirá ajustar la intensidad de la luz entrante, manteniendo el resto tal y como hemos definido en las pruebas anteriores.

Debemos ajustar este parámetro, ya que aunque el sistema de luz simula la iluminación real, no debemos de olvidar que el sistema de rebotes de luz no simula a la perfección el comportamiento de la luz real, y por tanto la iluminación en las escenas puede variar en función de la orientación de los portales de luz o elementos de la escena.

En su mayoría optaremos por mantener el valor por defecto, ya que consideramos que ilumina correctamente la escena. No siendo así en los almacenes, donde la luz al incidir desde otro ángulo, queda más atenuada y por tanto la escena resulta excesivamente oscura, por lo que aumentaremos el valor de *Multiplier* a 1.5 en todas las ventanas de estos espacios.

A continuación mostramos la iluminación de las distintas plantas con los valores definitivos de iluminación:



Fig. 100 - Vista de la iluminación final de las plantas baja (arriba) y primera (abajo).



Fig. 101 - Vista de la iluminación final de las planta segunda.

5. Configuración final.

Tras la realización de las pruebas, comprobaremos que la iluminación de la escena posee la siguiente configuración:

- **Objeto daylight:**
 - *Multiplier:* 1.
 - *Shadow samples:* 16
 - *Shadow softness:* 1,5

- **Portales de luz:**
 - *Multiplier:*
 - Planta baja: 1 en ventanas y 1 en la puerta de acceso.
 - Primera planta: 1 en todas las ventanas.
 - Segunda planta: 1 en todas las ventanas y 1 en la azotea.
 - Almacenes: 1.5 en todas las ventanas.
 - *From Outdoors:* Desactivado.
 - *Shadow samples:* 16

Aunque esta es la configuración final, es posible que sea necesario ajustarla posteriormente tras la aplicación de las texturas. Esto es debido a que las propiedades de los distintos materiales actúan sobre el comportamiento de la luz en la escena.

8.2.4 REVISIÓN

Las pruebas de iluminación, nos permitieron apreciar una serie de errores en el modelado. Como podemos apreciar en los renders interiores, se aprecian ciertas aberraciones en las proyecciones de luz de las ventanas. Esto se debe a la existencia de un pequeño hueco entre el marco de la ventana y el vano del muro, probablemente debido a un pequeño desplazamiento del mismo. Para ello, se ajustaron correctamente los vanos y marcos donde se aprecian este tipo de errores y logrando así la desaparición de errores de luz.



Fig. 102 - Vista de las aberraciones de luz en la planta baja (izq.) y la misma escena una vez corregidas (dcha.)



Fig. 103 - Vista de las aberraciones de luz en la planta primera (izq.) y la misma escena una vez corregidas (dcha.)

8.3 TEXTURIZADO DEL EDIFICIO

8.3.1 DOCUMENTACIÓN

La documentación de esta fase de texturizado, no fue excesivamente compleja. Tan sólo fue necesario complementar la documentación gráfica que habíamos tomado en las fases anteriores. Se procedió a visitar tomar diversas imágenes del interior de las habitaciones. Hicimos especial hincapié en los detalles, tales como los alféizares, las maderas de puertas y ventanas, los suelos, etc.

Asimismo se capturaron algunas imágenes que nos pudiesen servir como base para la creación de las texturas, como es el caso, por ejemplo de las puertas que dan acceso a los almacenes desde la fábrica.

Por otra parte, fue necesario localizar una fuente de imágenes de calidad que nos permitiese crear las texturas, ya que en su mayoría no podíamos tomarlas directamente del propio edificio al estar la instalación tan deteriorada. Se encontraron dos páginas que ofrecen gran cantidad de imágenes de calidad y gratuitas, estas son *Mayang's Free Texture Library*⁸ y *[CGTextures]*⁹, siendo esta última la principal fuente de imágenes base que nos permitirían posteriormente la creación de las texturas de nuestro modelo.

8.3.2 PLANIFICACIÓN

Para llevar a cabo el proceso de texturizado, será necesario realizarlo gradualmente, creando y ajustando las texturas de los diferentes elementos de forma ordenada. Las tareas a realizar para llevar a cabo el texturizado del edificio completo serán:

⁸ *Free Texture Library*. Disponible en: <http://www.mayang.com/textures/>

⁹ *[CG Textures]*. Disponible en : <http://cgtextures.com/>

CREACIÓN DEL MODELO

1. Texturizado de los muros de la fábrica.
Se creará la textura de los muros de la fábrica tanto en su cara exterior como en la interior, poniendo atención a los detalles como alféizares, vanos, etc.
2. Texturizado de los ornamentos de la fachada.
Se procederá a texturizar los ornamentos de las ventanas y los relieves de columnas de la fachada principal.
3. Texturizado de los elementos de la azotea.
Se texturizarán el encabezado, junto con la balaustrada y el antepecho de la azotea.
4. Texturizado de los muros de los almacenes.
Se texturizarán los muros de los almacenes en su cara interior y exterior poniendo especial cuidado en los distintos tipos de texturas en función del muro sobre el que se trabaje.
5. Texturizado de los tejados de los almacenes.
Se generarán y ajustarán las texturas de los entramados de vigas de los almacenes traseros así como el propio tejado de chapa de ambos espacios.
6. Texturizado de los suelos y techos de las plantas.
Se procederá a texturizar los suelos y techos de las distintas plantas, procurando obtener uniformidad en aquellos elementos contiguos, evitando cortes extraños o forzados especialmente en las juntas de las vigas con los techos.
7. Texturizado de puertas y ventanas.
Se trata de obtener una textura de madera adecuada al color de las mismas, buscando además el detalle especialmente en las puertas con el fin de obtener unas texturas realistas de las mismas.
8. Texturizado de los elementos del almacén sur.
Se texturizarán la plataforma de la procesadora de salvados, así como la escala que da acceso a la misma y el muestrario situado enfrente de estas.
9. Texturizado de los elementos del patio.
Se procederá a texturizar los elementos situados en la parte inferior de la fachada, así como los elementos auxiliares creados para dotar de contexto a la fábrica (almacenes adyacentes, plano panorámico y suelo del patio).

Como ya se ha indicado anteriormente, para la creación y edición de las texturas emplearemos el programa de software libre GIMP, el cual nos permite editar y modificar fácilmente las imágenes que emplearemos como texturas para nuestro modelo.

8.3.3 IMPLEMENTACIÓN

El proceso de texturizado de cada uno de los elementos, resulta demasiado extenso para el desarrollo de esta memoria, ya que se trata de un proceso repetitivo para un gran número de objetos y texturas creadas, por lo que detallarlo no aportaría gran información extra. Por tanto procederemos a explicar de forma genérica las principales técnicas empleadas en el proceso de texturizado y a continuación explicaremos brevemente para cada tarea los principales hechos o problemas encontrados a la hora de crear los materiales y su aplicación en el modelo.

8.3.3.1 CONCEPTOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

- **Mapping:** Traducido como mapeado, es el proceso del diseño 3d, que consiste en lograr una proyección 2D de la superficie de un objeto 3D. De este modo se puede diseñar una textura plana y proyectarla sobre el volumen del objeto.
Para realizar este proceso, debemos aplicar diversos modificadores a cada uno de nuestros objetos.
 - *UVW Map:* Consiste en proyectar de los polígonos de un objeto sobre un plano. Esta proyección puede ser de distintos tipos, ya sea cúbica, cilíndrica, esférica, etc. Es útil cuando se desea texturizar un objeto primitivo con una forma sencilla que no requiera un ajuste fino de la textura. En muchos casos se aplica en primer lugar este modificador para crear la proyección y posteriormente se manipulan los polígonos de la misma para distribuirlos por la textura mediante el modificador *Unwrap UVW*.
 - *Unwrap UVW:* Este modificador realiza una función similar al Uvw Map, con la diferencia de que nos permite ajustar el mapeado a la textura manualmente. Esto es, tomar cada uno de los vértices, aristas o polígonos del mapeado y manipularlo (desplazándolo, escalándolo, etc.) de modo que podamos realizar un ajuste más fino sobre la textura. Existen dos formas de trabajar con este modificador
 - Creación de la textura en base al mapa: Mediante este proceso, se toman todos los polígonos del objeto, se despliegan sobre una superficie, y a continuación se procede a exportar este despliegue en formato jpg, con el fin de diseñar la textura sobre él. Se emplea habitualmente cuando se trabaja con objetos complejos o que requieren un alto grado de detalle.
 - Ajuste del mapa a una textura: En este caso, se aplica en primer lugar el material con la textura al objeto, y a continuación se van desplegando los polígonos sobre la textura creada ajustándolos a la misma. Se emplea cuando la superficie a texturizar es muy grande y diferentes áreas del objeto deben o pueden mostrar el mismo diseño o patrón.

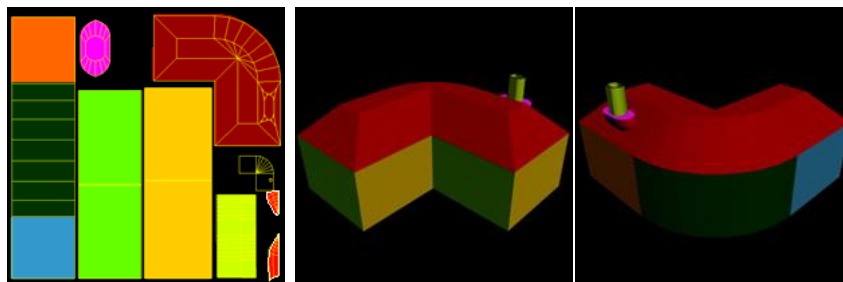


Fig. 104 - Ejemplo de mapeado (izq.) y aplicación de la textura sobre un objeto (dcha.) (Republic of Code).

- **Creación del material:** Un material es una entidad que, asignada a un objeto, simula todas las propiedades lumínicas de la superficie del objeto. Un material viene definido por una serie de parámetros tales como el brillo, la transparencia, la reflexión o el índice

CREACIÓN DEL MODELO

de refracción de la luz que incide sobre el objeto. A continuación procedemos a enumerar los principales materiales empleados en el texturizado del edificio:

- *Autodesk Solid Glass*: Es uno de los materiales predefinidos que incluye el motor de render Mental Ray. Está ajustado para simular las propiedades físicas de un cristal macizo. Nosotros hemos optado por aplicarlo tal y como viene por defecto a los cristales de las ventanas, sin variar ninguno de sus parámetros, ya que consideramos que realiza una simulación adecuada del cristal de estas.
- *Arch & Design*: Es el material “en bruto” que proporciona mental ray. Es un material que permite configurar todos los posibles parámetros manualmente para ajustarse a nuestras necesidades. Es el material que hemos empleado por defecto para prácticamente todos los objetos, ya que es el más flexible y versátil. A continuación especificamos los parámetros que se han ajustado en los distintos materiales:
 - **Diffuse color / Diffuse map**: Nos permite definir el color de la superficie de un objeto mediante un código RGB. También nos permite, en lugar de un color, asignar una imagen que recubra la superficie. Esta imagen se ajustará en base al mapeado del objeto. Esta segunda opción es la que hemos empleado en todos los elementos de nuestro edificio, ya que los colores planos y uniformes no resultan realistas.
 - **Reflectivity**: Traducido como reflectividad, nos permite ajustar la capacidad de reflexión de la luz que posee el objeto. El valor por defecto es de 0,0 y el máximo de 1,0. A mayor valor, mayor reflejo proporcionará el objeto, siendo 0 el nivel para un objeto mate, y 1 para uno altamente reflectivo.



Fig. 105 - Ejemplo de modelo con distintos valores en el parámetro Reflectivity.

De izq. a dcha. 0, 0.4, 0.8 y 1. (Autodesk 3ds Max, 2013)

- **Glossiness**: Traducido como brillo, indica el nivel de bruñido del material. El valor puede variar entre 0,0 y 1,0, siendo 1 una reflexión perfecta (tipo espejo) y 0, una reflexión difusa.



Fig. 106 - Ejemplo de modelo con distintos valores en el parámetro Glossiness.

De izq. a dcha. 1, 0.5 y 0.25. (Autodesk 3ds Max, 2013)

- Mapas de efectos especiales: Son archivos de mapas de bits (generalmente en formato jpg) que permiten definir ciertos parámetros en base a los valores que tomar dicho mapa para cada punto de la superficie del objeto. Generalmente se emplean mapas en escala de grises, ya que son únicamente los valores de esta escala los que toma como referencia el programa.
 - ❖ Bump map: O mapa de relieve o topológico, se emplea para simular el relieve de una superficie. Si una superficie tiene una cierta rugosidad o relieve, en lugar de modelarlo, lo cual sería muy complejo y requeriría gran cantidad de polígonos, es más sencillo emplear un mapa de relieve, el cual modifica las normales del objeto sin alterar la geometría del mismo. De este modo, el motor de render calculará la imagen resultante teniendo en cuenta el mapeado de relieve. Estos mapas suelen ser generalmente en escala de grises, de modo que los píxeles negros implican que no existe ningún desplazamiento en la superficie, y conforme aumentan su luminancia aproximándose al blanco, indican un aumento del relieve.
 - ❖ Specular map: O mapa especular, indica el grado de reflexión que posee un pixel del mapa. En este caso, el mapa especular se emplea cuando la superficie de un objeto no tiene una reflexión constante. Esto puede deberse que el objeto está compuesto por distintos materiales (por ejemplo, la madera no refleja igual que el ladrillo) o bien debido al desgaste de ciertos puntos los cuales están más bruñidos y por tanto tienen mayor reflexión. Al igual que el bump map, se emplea una imagen en escala de grises, donde el negro implica que no hay reflexión alguna y el blanco, implica reflexión total.
- **Creación de la textura difusa:** Para la creación de las texturas difusas que irán asociadas al campo “Diffuse map” de los materiales, emplearemos el software de diseño 2D GIMP. Mediante este software modificaremos imágenes obtenidas en

CREACIÓN DEL MODELO

formato JPG, y las ajustaremos mediante las distintas herramientas que ofrece con el fin de obtener las texturas finales que se aplicarán sobre el objeto.

- *Obtención de la imagen:* En primer lugar, será necesario obtener una imagen del material o materiales que requiere la textura. Para el texturizado del edificio emplearemos texturas que muestren un solo material, tales como madera, ladrillo, paredes encaladas, etc. Estas imágenes las obtendremos de las páginas Mayang Textures y CG Textures que ofrecen imágenes de alta calidad de un gran abanico de materiales.
- *Importación del mapa:* Por lo general, trabajaremos sobre el mapa previamente creado mediante el modificador *Unwrap UVW* en 3ds max y exportado. Este lo abriremos en GIMP y nos servirá como plantilla para guiar el proceso de creación de la textura.
- *Manipulación:* Tras obtener las imágenes, si es necesario, deberemos manipularlas con el fin de ajustarlas o adaptarlas al modelo sobre el cual las aplicaremos. Para ello, emplearemos diversas herramientas del software de diseño GIMP que nos permitirán la edición de las imágenes.

Se puede trabajar sobre la propia imagen descargada, o bien sobre una nueva imagen en blanco donde iremos añadiendo mediante capas las distintas imágenes que conformarán nuestra textura. A continuación explicamos las principales herramientas empleadas:

- **Selección:** Nos permite seleccionar un área de la imagen, sobre la cual posteriormente podremos realizar diversas operaciones (recortado, escalado, etc.).
- **Recortado:** Permite recortar un área seleccionada para copiarla o trasladarla.
- **Escalado:** Nos permite cambiar el tamaño de una imagen o una sección de la misma.
- **Clonado:** Nos permite clonar una imagen o parte de esta mediante un pincel que recrea un área de origen, allí donde se aplica el mismo.
- **Sobreexposición:** Permite incrementar la luminosidad de una imagen en un área concreta. Se aplica mediante una herramienta tipo pincel.
- **Subexposición:** Permite disminuir la luminosidad de una imagen en un área concreta. Se aplica mediante una herramienta tipo pincel.
- **Opacidad:** Permite aumentar o disminuir la opacidad de una imagen, haciéndola más o menos transparente de modo que se puedan ver las capas inferiores.
- **Modos de capa:** Permite la fusión entre distintas capas mediante la aplicación de diversos algoritmos. Existen distintos modos de capa que producen efectos distintos.
- **Creación de los mapas de efectos especiales:** Si es necesario aplicar mapas de efectos especiales al objeto, los crearemos también empleando GIMP. Para ello emplearemos la textura base del objeto, la convertiremos a escala de grises, y a continuación aplicaremos diversas herramientas con el fin de obtener el mapa deseado.
- **Bump Map:** Para crear el Bump map, deberemos, una vez tengamos la imagen en escala de grises ajustar el contraste con el fin de obtener una diferencia significativa entre las zonas claras y oscuras de la textura.

CREACIÓN DEL MODELO

Deberemos comprobar si las zonas más claras son aquellas que deberán mostrar un relieve y las oscuras las que queden “hundidas” en nuestro objeto. Si esto no es así, sino que es al revés, deberemos invertir la imagen con el fin de que las zonas oscuras se aclaren, y las claras se oscurezcan. A continuación, si es necesario emplearemos pinceles en blanco/negro para aclarar u oscurecer las zonas que deseemos hundir o destacar en nuestra textura.

- Specular map: El proceso de creación del mapa especular, es similar al del bump map. En muchos casos el mapa será similar, ya que generalmente las zonas hundidas tienden a acumular mayor suciedad (y por tanto brillar menos) y las que poseen relieve, tienden a estar más limpias y pulidas. Tras ajustar el contraste, procederemos a ajustar la textura mediante pincel en blanco y negro que nos permita definir aquellas zonas con mayor o menor reflectividad.

8.3.3.2 PROCEDIMIENTO DE TEXTURIZADO

Tras haber explicado las técnicas empleadas, exponemos a continuación el proceso a llevar a cabo para cada objeto texturizado del edificio. El diagrama de flujo mostrando en la siguiente página explica el sistema de trabajo empleado para el texturizado de cada uno de los objetos:

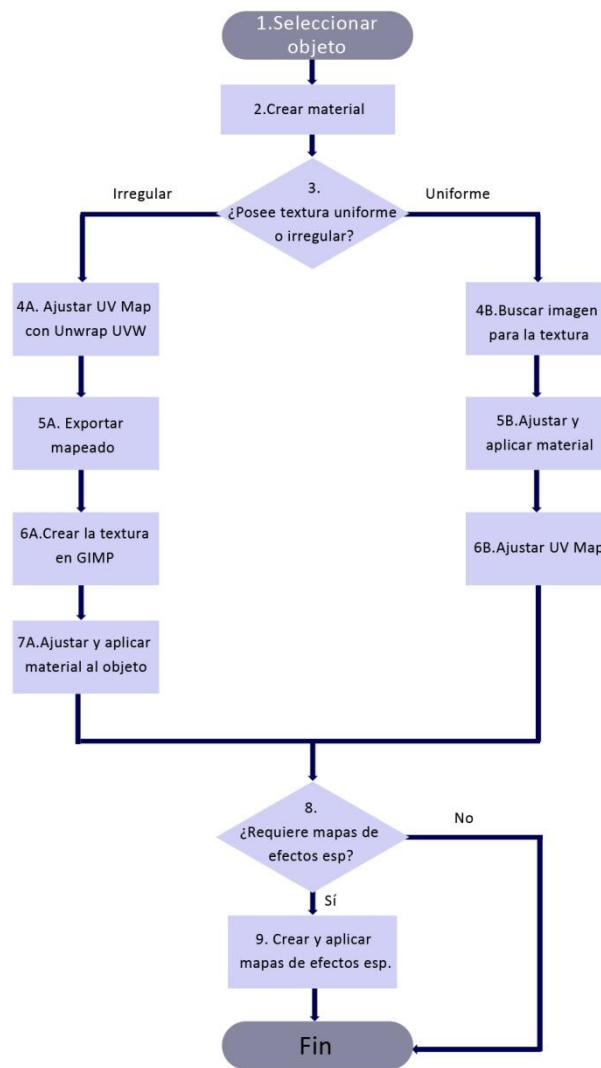


Fig. 107 - Diagrama de flujo del proceso de texturizado de un objeto.

1. Seleccionar Objeto: Escogeremos el objeto que deseamos texturizar.

2. Crear material: En el editor de materiales crearemos un nuevo material *Arch & Design*. Le asignaremos un nombre que facilite relacionarlo con el objeto al que se asignará.

3. Tipo de textura: Analizaremos el objeto a texturizar, y determinaremos si el material a asignar será uniforme, es decir todas sus caras poseen están formadas por el mismo material, o si por el contrario es irregular, es decir cierto conjunto de polígonos o caras poseen características que no deben repetirse en el resto del objeto.

4A. Ajustar UVW Map con Unwrap UVW: En el caso de ser una textura irregular, deberemos aplicar el modificador *Unwrap UVW* y a continuación editar el mapa, desplegando los polígonos en el editor de mapas.

CREACIÓN DEL MODELO

5A. Exportar mapeado: A continuación exportaremos el mapa en formato jpg con el fin de obtener una imagen del mapa desplegado sobre el que podamos trabajar.

6A. Crear la textura en GIMP: Empleando la plantilla creada mediante la exportación del mapeado, trabajaremos sobre esta creando y diseñando la textura con una o más imágenes fuente.

7A. Ajustar y aplicar material: Tras crear la textura, la asignaremos al parámetro *Diffuse map* del material, y ajustaremos las propiedades de brillo, reflectividad, etc.

4B. Buscar imagen para la textura: Buscaremos una imagen en las webs de bancos de imágenes que sea acorde con el material que deseamos simular (ladrillo, madera, etc.).

5B. Ajustar y aplicar material: Asignaremos la imagen obtenida al parámetro *Diffuse map* del material, y ajustaremos las propiedades de brillo, reflectividad, etc.

6B. Ajustar UV Map: Aplicaremos el modificador UV Map y ajustaremos el mapa del objeto. Si no resulta suficientemente preciso, aplicaremos también el modificador *Unwrap UVW* y modificaremos los polígonos con tal de que el ajuste entre textura y objeto resulte adecuado.

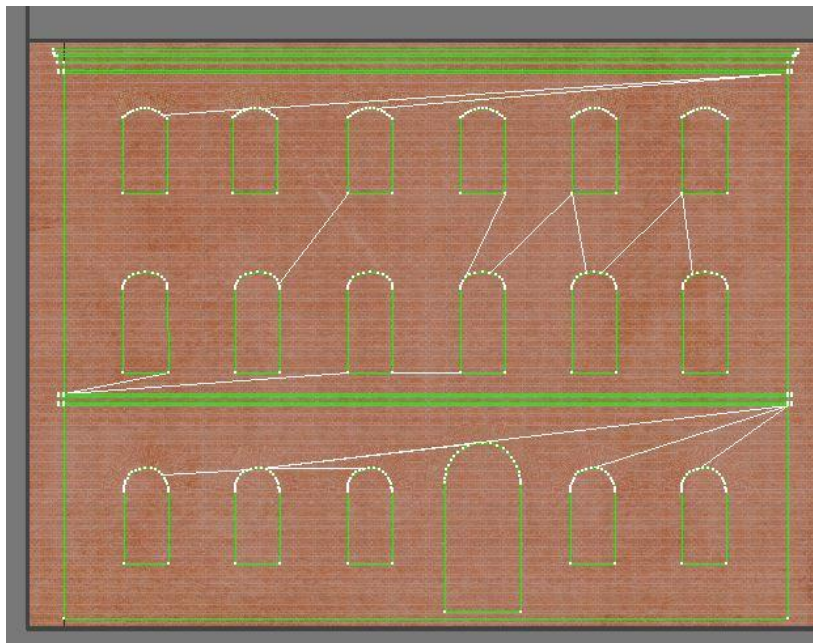


Fig. 108 - UV Map de la fachada frontal de la fábrica.

8. Mapas de efectos especiales: Si el objeto precisa mapas de efectos especiales (bump map, specular map), deberemos crearlos, de lo contrario, habremos terminado.

9. Crear y aplicar mapas de efectos especiales: Crearemos los mapas de objetos especiales basándonos en la textura empleada para aplicar como Diffuse map, tras adaptarla la asociaremos al material creado en los campos de bump map o specular map, según corresponda. La textura quedará ajustada igual que el mapa difuso, ya que se emplea el mismo UV Map para ambas texturas.

8.3.3.3 TEXTURIZADO DEL MODELO

Tras explicar las técnicas y el sistema de texturizado de un objeto, procedemos a detallar el proceso de texturizado del modelo completo. A continuación explicamos brevemente el sistema empleado para cada tarea planificadas.

1. Texturizado de los muros de la fábrica.

El principal problema que nos planteaba este objeto, es que en el propio modelo existen diferentes materiales que conforman el edificio, desde ladrillo visto, a paredes encaladas, alféizares, etc. Para ello existen dos opciones, crear una única textura con todos estos materiales y ajustar el UV Map a la misma, o bien emplear un nuevo tipo de material llamado *Multi/Sub Object* el cual no es sino un material que agrupa múltiples materiales distintos en uno solo y aplicar todos a un modelo en base del número de identificación de los polígonos.

Para ello, en primer lugar es necesario asignar un número de identificación de material (Material ID) a cada conjunto de polígonos que posea un material en común. Para llevar a cabo esto, debemos identificar los distintos materiales o texturas que aplicaremos en nuestro objeto. Los cuales son:

- **Alféizares interiores:** Los cuales están alicatados con baldosines azul celeste y granate.
- **Pared interior:** La cual presenta una superficie encalada en su totalidad.
- **Fachada exterior:** En su mayor parte se compone de ladrillo visto, con algunos dibujos realizados mediante la disposición de estos ladrillos.
- **Cara superior de la fachada:** También de ladrillo visto desde su cara superior.
- **Vano interior:** El vano de la ventana en la mitad interior es al igual que la pared encalada. Si bien aplicaremos un material distinto para facilitar la tarea de ajuste del UVMap.
- **Vano exterior:** Al igual que la fachada, también es de ladrillo visto, aunque ligeramente distinta, ya que debido a su mayor protección frente a la meteorología se conserva en mejor estado, y posee unas líneas dibujadas en las juntas entre ladrillo y ladrillo.

Tras identificar, los materiales, asignaremos un número identificativo a cada conjunto de los polígonos que agrupan estos materiales. Es decir, todos los polígonos que conforman los alféizares interiores, poseerán el número de identificación 1, los que conforman la pared interior, poseerán el número 2 y así sucesivamente.

A continuación será el turno de crear las texturas en GIMP para cada uno de los materiales.

CREACIÓN DEL MODELO

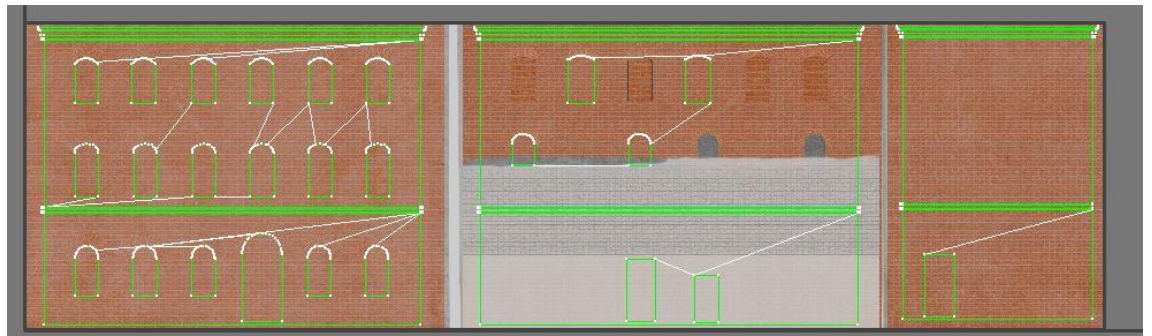


Fig. 109 - Unwrap de la fachada de la fábrica.

La textura más compleja de crear fue la de la fachada exterior por poseer esta gran cantidad de detalles, ya que debía ajustar correctamente con los arcos de ladrillo así como otros ornamentos de la fachada. Para ello, exportamos el UV Map en primer lugar del material 3 (fachada exterior) y a continuación procedimos a trabajar en GIMP con el mismo para crear la fachada de forma precisa.

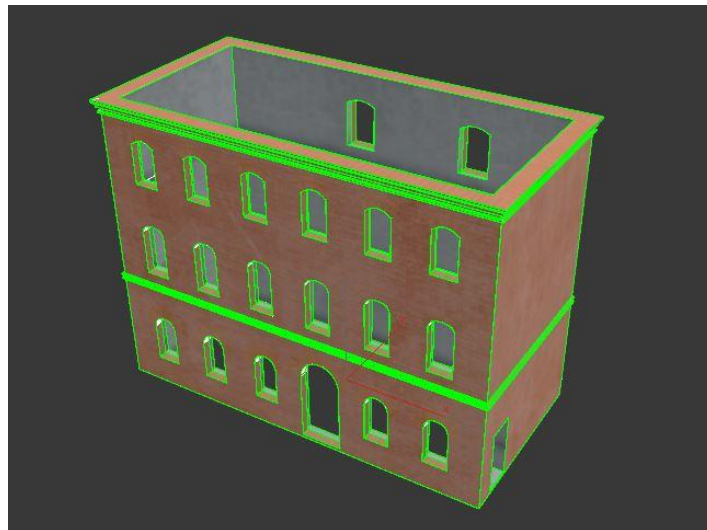


Fig. 110 - Vista exterior del texturizado de los muros.

Tras esto, lo único que deberemos hacer es crear los materiales individuales, asociar las texturas correspondientes, y por último asignarlos al material Multi/Sub Object en cada uno de los slots del mismo y aplicarlo al objeto que conforma los muros de la fábrica.

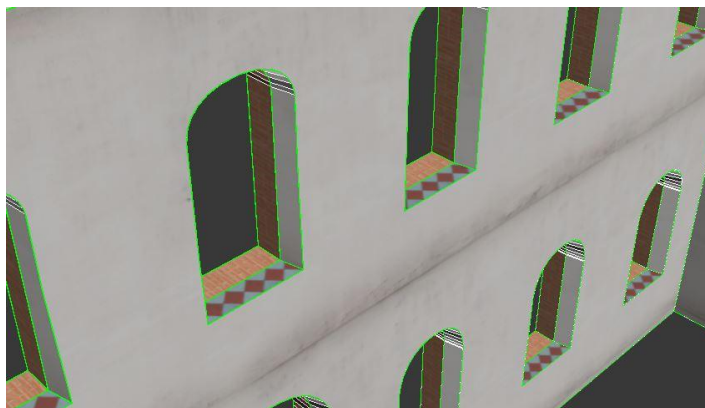


Fig. 111 - Detalle del texturizado del interior de la fábrica.

Por último tan solo queda crear las texturas y ajustar el mapeado de cada uno de los materiales mediante el modificador Unwrap UVW para que la textura posea las medidas y el aspecto adecuado.

2. Texturizado de los ornamentos de la fachada.

- **Columnas:** Para el texturizado de las columnas, únicamente fue necesario, empleando como base la textura de la fachada del edificio, crear una textura con unas proporciones ajustadas a la anchura y altura de las mismas. Para ello se calculó el número de ladrillos que poseían estas de anchura, y se creó una textura suficientemente alta como para albergar la columna por completo. Por último tan solo necesario ajustar el mapeado de la misma, con tal de que los ladrillos poseyesen una altura igual a los de la fachada del edificio, ya que sería incongruente que los ladrillos de las columnas fuesen más anchos que los primeros.

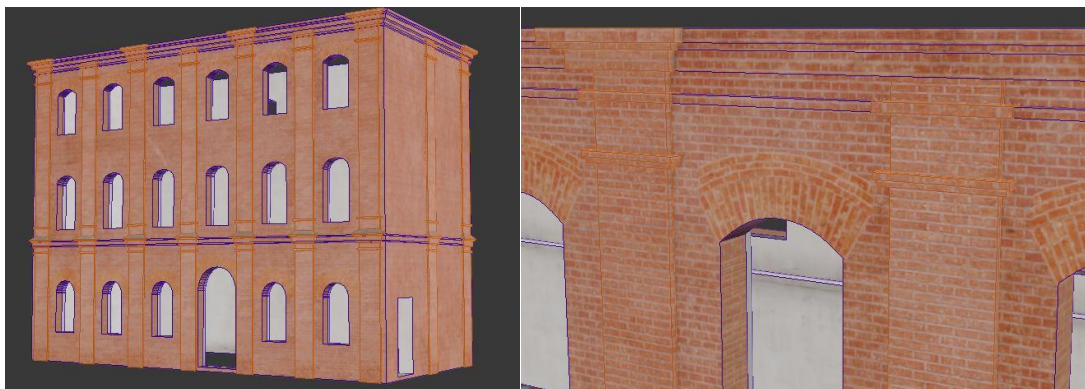


Fig. 112 - Vista general de la fachada con las columnas texturizadas (izq.). Detalle del tramo superior de las columnas (dcha.).

- **Ornamentos de las ventanas:** Para estos sí fue necesario crear y exportar el mapeado de los mismos con el fin de crear cada textura de manera individualizada y ajustada a la forma y propiedades de los mismos, ya que los ornamentos superiores difieren en las tres plantas, y los alféizares únicamente coinciden en la planta baja y la primera.



Fig. 113 - Texturizado de los ornamentos de las ventanas. De izquierda a derecha, planta baja, primera y segunda.

3. Texturizado del encabezado de la fachada:

Encabezado central: El texturizado del encabezado central requirió combinar texturas de ladrillo con textura de cemento cemento granulado, ya que si bien la parte frontal es íntegramente de ladrillo a excepción del rótulo, la posterior está cubierta por este material a excepción de las pilastras laterales.

Asimismo, hemos decidido por tomar una licencia en la reconstrucción, ya que, aunque el rótulo frontal permanecía destruido en la época en que se ambienta esta reconstrucción, hemos optado por hacer una recreación del mismo como una licencia visual para aportar una mayor estética a la fachada. No tenemos constancia del aspecto exacto del mismo, ya que este fue destruido durante la guerra civil española empleado como blanco de tiro.

Únicamente poseemos una imagen antigua donde aún se aprecia el rótulo en su integridad, sin embargo la escasa resolución de la misma no permite apreciar su aspecto con claridad.



Fig. 114 - Fotografía de la fábrica de harinas en la década de 1920.



Fig. 115 - Detalle ampliado del rótulo de la fotografía de la Fig. 95.

Por tanto, se optó por reconstruir el rótulo, incluyendo el texto original, que sí lo conocemos gracias a los propietarios de la instalación. Además analizando la imagen podemos deducir la disposición del mismo así como dos pequeños ornamentos, que consideramos podrían ser espigas debido a la vinculación cerealista de la instalación. Al tratarse de una imagen en blanco y negro, no podemos conocer el color del rótulo, aunque si apreciamos que se trata de un tono oscuro con letras probablemente en blanco.

Por todo ello, consideramos plausible que el color del rótulo fuese a juego con la propia fachada, por lo que optamos por emplear un tono gris-azulado similar al de puertas y ventanas con las letras y las espigas en blanco. Además posee un reborde claro en todo su contorno, salvo en el borde superior, donde carece de mismo.

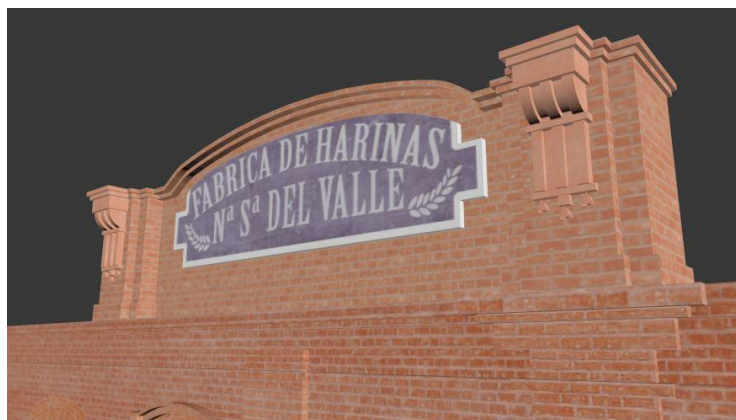


Fig. 116 - Recreación del rótulo del encabezado de la fachada.

- **Balaustrada:** Para el texturizado de tanto de la base de cemento como para la balaustrada se empleó la misma textura de cemento granulado empleada para la cara posterior del encabezado central. Si bien esta se aclaró ligeramente con el fin de lograr un color más claro acorde con el tono de los balaustres y el pasamanos superior. Debido a la forma de los balaustres, empleó un mapeado cilíndrico que permitiese adecuar más finamente la textura a cada uno de ellos. Para el pasamanos y la base se empleó un mapeado cúbico adaptado a las dimensiones de los mismos.



Fig. 117 - Detalle de la balaustrada situada en la mitad sur texturizada.

- **Antepecho:** Por último, el antepecho se texturizó con la misma textura de ladrillo empleada para el encabezado central. Se realizó el mapeado tanto de las franjas de antepecho como de las pequeñas columnas que se reparten por todo el perímetro. Se cuidó que la anchura de los ladrillos resultase proporcional a la del conjunto de la fachada.

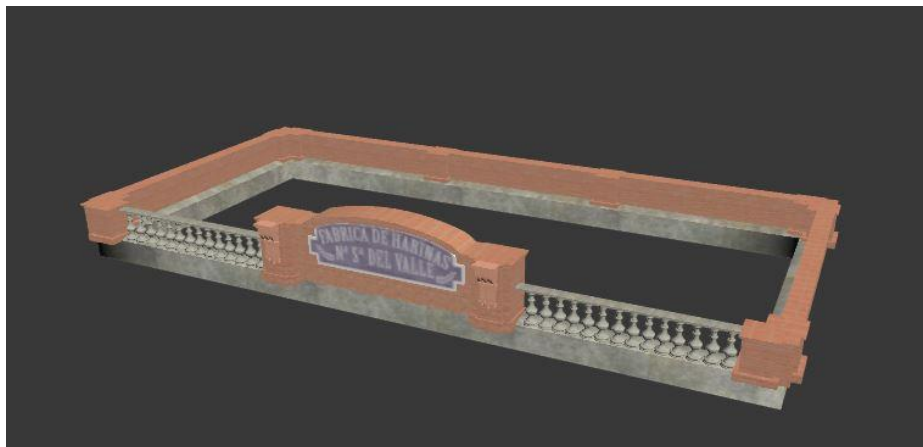


Fig. 118 - Vista del conjunto del encabezado texturizado.

4. Texturizado de los muros de los almacenes:

Para llevarlo a cabo, fue necesario volver a hacer uso del material “Multi/Sub - Object” ya que al igual que la fábrica, existen diversos polígonos con materiales distintos. Estos son:

- **Pared oeste y norte del almacén norte:** Estas paredes poseen un material encalado al igual que el resto de paredes, si bien existe un relieve a media altura que recorre la pared, el cual deberemos simular mediante el uso de bump map.
- **Pared de de separación de almacenes:** En este caso, la pared presenta un patrón de ladrillo encalado que permite ver el mismo hasta una altura de unos 2,5m. A partir de aquí la pared, debido a una remodelación deja de mostrar el ladrillo y pasa a ser una superficie encalada lisa.
- **Resto de paredes interiores:** Poseen una superficie lisa encalada, ligeramente irregular.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Fachada exterior:** Construida en mampostería irregular de piedras, salvo por el contorno de las ventanas que está construido en ladrillo.
- **Fachada exterior superior del almacén sur:** Abarca el tramo superior de fachada que sobresale en altura por encima del almacén norte. Construida en lo que parece argamasa o cemento de un tono parduzco.
- **Vanos internos:** Están encalados al igual que el resto de paredes, al igual que como hicimos en la fachada externa, les asignaremos un material independiente para facilitar el ajuste del mapeado.
- **Vanos externos:** Están contruidos en ladrillo visto al igual que el contorno externos de las ventanas.

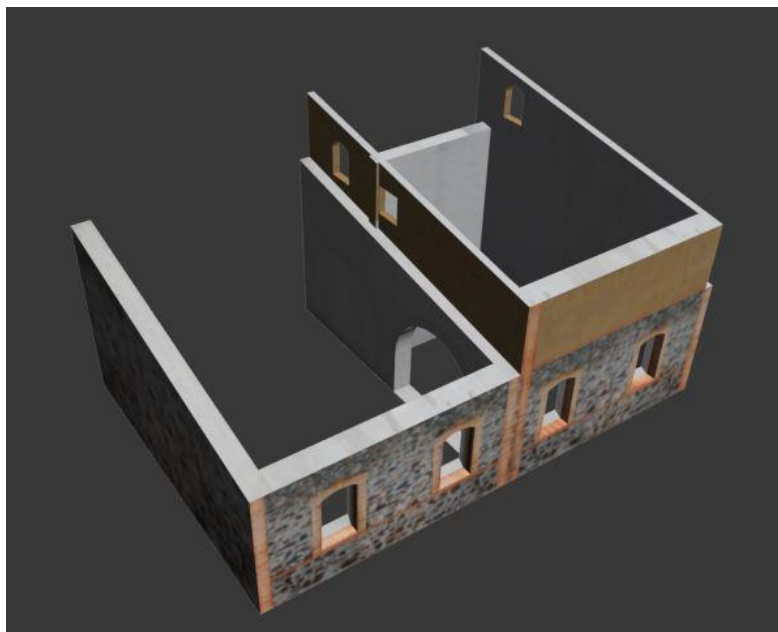


Fig. 119 - Vista general del texturizado de los almacenes. Se aprecian las distintas texturas aplicadas en función de las caras.

El proceso fue el mismo que el explicado anteriormente. Fue necesario crear cada una de las texturas a partir de imágenes extraídas de CG Textures, salvo por la fachada externa inferior de los almacenes, que fue creada a partir de imágenes reales de la fábrica, con las que se crearon el contorno de las ventanas, combinadas con imágenes de mampostería del banco de imágenes de CG Textures.

CREACIÓN DEL MODELO



Fig. 120 - Vista del interior de los almacenes (izq.). Detalle del texturizado del exterior de las ventanas de los almacenes (dcha.).

5. Texturizado de los tejados de los almacenes:

En este caso, para llevar a cabo el texturizado de las vigas, únicamente fue necesario aplicarles un mapeado sencillo. Para las vigas del almacén norte fue suficiente emplear un material con un color rojo oscuro como Diffuse color, por lo que no fue necesario crear una textura.

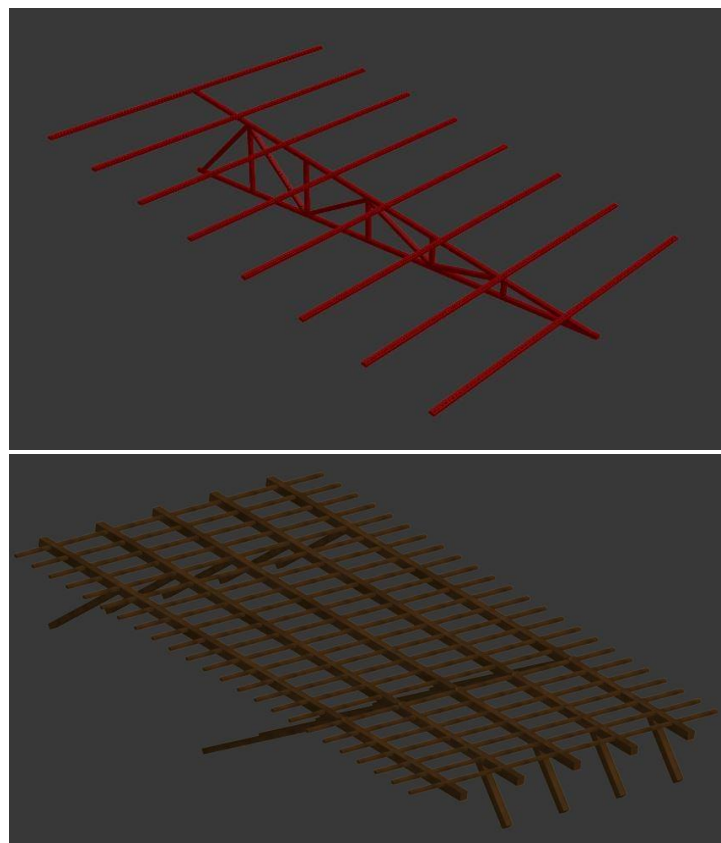


Fig. 121 - Estructuras texturizadas de los almacenes norte (arriba.) y sur (abajo.).

En el texturizado del almacén sur, se empleó una textura de madera oscurecida. Por último para las chapas de los tejados fue necesario buscar una textura de metal

CREACIÓN DEL MODELO

corrugado que simulase las ondulaciones de la chapa. Al no tratarse de una zona de gran importancia en el modelo, fue suficiente con aplicar esta textura sin modelar las propias ondulaciones, si bien, si se creó un mapa especular para simular una reflexión irregular de la luz sobre la chapa.



Fig. 122 - Vista inferior del texturizado de los tejados de los almacenes.

6. *Texturizado de las escaleras.*

Las escaleras conllevaron una dificultad adicional, ya que si a un conjunto de objetos similares y situados cerca unos de otros se les aplica la misma textura, se produce un efecto de repetición muy irreal a la vista. En la realidad es prácticamente imposible que dos escalones con cierto uso posean el mismo aspecto, ya que el desgaste y la pieza de madera con que están contruidos entre otros factores los hacen diferentes.

Para lograr evitar este efecto, se crearon dos materiales para los frontines con parámetros iguales entre sí pero variando la imagen empleada para la textura. Estas texturas partían de la misma imagen original modificada ligeramente para lograr así una uniformidad en el tipo de madera empleada, pero no en su aspecto.

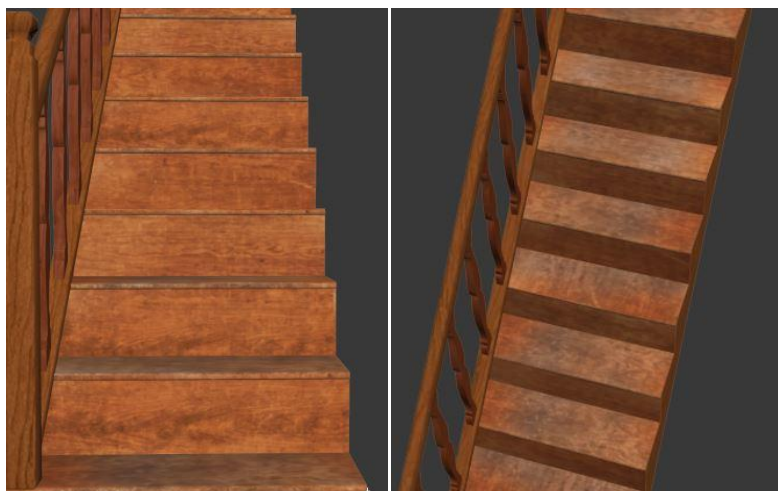


Fig. 123 - Detalles del texturizado de los frontines (izq.) y de los peldaños (dcha.) de la escalera.

CREACIÓN DEL MODELO

A continuación se aplicaron los materiales a los escalones de forma aleatoria, evitando así la uniformidad en la escalera.

Además, para lograr una mayor variación en el aspecto de los escalones, se varió el diseño del mapeado para cada uno de los frontines, de modo que cada pieza abarcase una franja distinta de la textura aplicada, de este modo aunque dos frontines contiguos tuvieran aplicado el mismo material, no mostraban la misma franja de textura resultando así un conjunto de escalones heterogéneo.



Fig. 124 - Vista del texturizado de las escaleras de la planta baja (izq.)

Los peldaños, los triángulos laterales y los balaustres de la escalera, al ser zonas menos destacadas, sólo se empleó una textura común a todos ellos (una para los peldaños, otra para los triángulos y una tercera para los balaustres), sin embargo se volvió a emplear la técnica de variar el mapeado de cada uno para evitar que mostrasen la misma franja de textura, logrando así una aleatoriedad que mejora el aspecto y el realismo de la escalera. Por último el balaustre inicial y los travesaños longitudinales se texturizaron con una madera similar a la de las vigas de soporte.

Para el texturizado del soporte de la escalera de la primera a la segunda planta se empleó un material Multi-Sub Object, dividiendo los polígonos en los que poseen un encalado similar al resto de las paredes de la planta y aplicando una textura como aquellas, aquellos cantos que están realizados en madera, a los cuales se les asignó una textura de madera acorde con el tono de la misma.

Para la puerta de acceso a la primera planta, se empleó una textura de madera anaranjada brillante, procurando que poseyese una textura sin vetas similar al aspecto original de la puerta.



Fig. 125 - Escalera de la planta primera a la segunda con el soporte inferior texturizado.

7. Texturizado de los suelos y techos de las plantas:

- **Suelo de la planta baja:** El objeto que hace de suelo de la planta baja es común a la fábrica y los almacenes. Sin embargo, al analizar la fábrica pudimos apreciar que en el almacén norte, existe un bajorrelieve en el cemento que conlleva un patrón geométrico que no existe en los otros dos espacios. Por tanto, no fue suficiente con emplear una textura de cemento lisa y aplicarla al plano del suelo, sino que fue necesario en Gimp diseñar una textura suficientemente grande para que mantuviese una resolución aceptable, así como diseñar dicho patrón. Techo de la planta baja y planta primera:
- **Suelo de la planta primera y la planta segunda:** El suelo de ambas plantas está formado por listones de madera de uno 7cm de ancho dispuestas de forma longitudinal al largo de la planta. Por tanto, el texturizado fue sencillo, ya que únicamente fue necesario localizar una textura de grandes dimensiones de tablas acorde con el diseño del suelo. Se procuró además que no poseyese un patrón repetitivo para evitar el efecto de repetición de las tablas.
Para el suelo desmontable, existe el detalle de que las tablas de la cara superior (la que se pisa) estarían desgastadas y sucias por el polvo y la harina, sin embargo la cara inferior, como se puede apreciar en las fotografías eran mantenían el lustre del barniz.

CREACIÓN DEL MODELO



Fig. 126 - Miniatura de las texturas del suelo desmontable. Superior (izq.) e inferior (dcha.).

Por tanto se empleó también un material Multi/Sub-Object al, asignando un identificador a la cara superior y otro a la inferior. Para la textura de esta pieza se empleó la misma textura de tablas para la cara superior, y se ajustaron el color y el contraste para crear la textura de la cara inferior. Además se procuró que no quedase perfectamente alineada con la del suelo, de este modo resulta más patente que esa pieza de suelo no está integrada en el resto de la superficie.

Por último para las vigas inferiores se empleó un mapeado sencillo con una textura de metal desgastado rojizo para las vigas longitudinales y la misma textura de tablas para los travesaños.

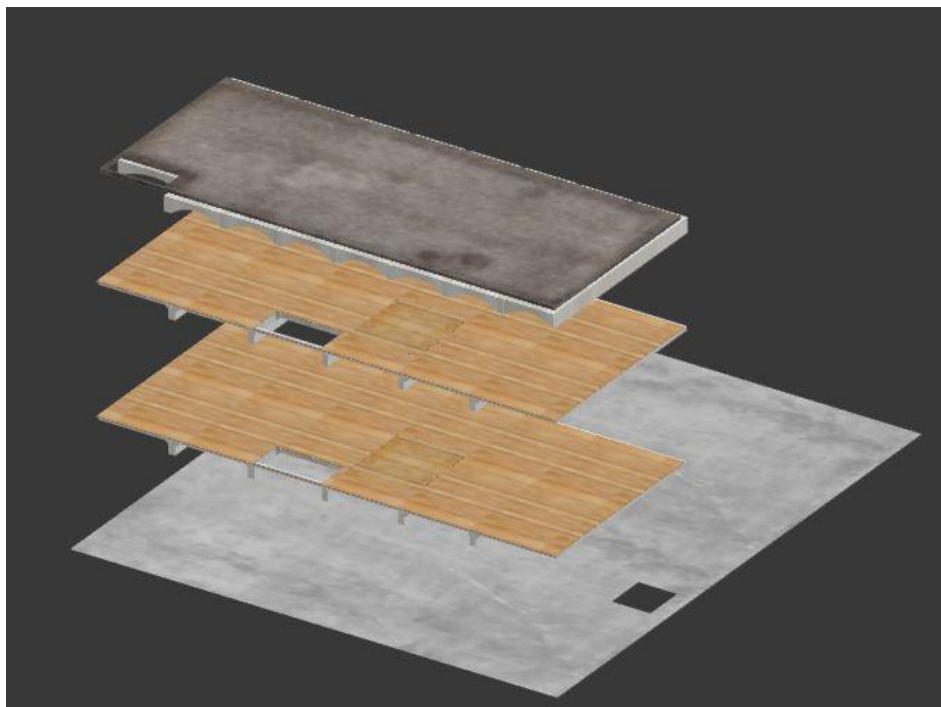


Fig. 127 - Vista general de los suelos y techos de las distintas plantas texturizados

- **Suelo de la azotea:** Para texturizar el suelo de la azotea, únicamente se empleó una textura de cemento granulado, aplicando un mapeado plano, de modo que resultase uniforme por toda la superficie.
- **Techo de la planta baja y planta primera:** Para el texturizado de estos elementos se optó por crear una única textura que sirviese de material tanto para el techo

CREACIÓN DEL MODELO

como para las vigas. Se procuró que la franja existente entre las vigas resultase algo más oscura debido a la mayor exposición y por tanto al mayor desgaste (esto es apreciable en el estado actual de la fábrica, ya que las vigas y sus juntas se conservan en mejor estado que las franjas intermedias).

A continuación se procedió a llevar a cabo el mapeado de los distintos elementos mediante uso del modificador Unwrap UVW ajustándolos a la textura de modo que quedasen perfectamente ajustados.

De este modo se mantiene una uniformidad en todo el conjunto del techo, evitando discontinuidades en los puntos donde el techo y las vigas se unen.



Fig. 128 - Vista inferior del texturizado del techo de la planta baja y primera.

- **Techo de la planta segunda:** El sistema fue el mismo que el empleado para las plantas primera y segunda, tan sólo varió en el diseño de la textura, debido al mayor número de vigas y bovedillas existentes en este espacio.
8. **Texturizado de puertas y ventanas:**
- **Ventanas:** En primer lugar se procedió al texturizado de los cristales de las ventanas. Para ello se creó un material Autodesk Solid Glass que simula el cristal macizo, manteniendo los parámetros por defecto. A continuación se aplicó a los cristales de todas las ventanas.

Para la madera, fue necesario manipular una imagen de textura de madera y cambiar su tono para lograr el color azul grisáceo que poseen las ventanas, ya que fue imposible encontrar una textura con ese color. Tras crear un material Arch & Design y asignar la textura de madera azul, se procedió al mapeado de las hojas y los marcos con el fin de que se apreciaran las vetas de la madera.



Fig. 129 - Texturizado de las ventanas de la planta primera. El tono gris de los cristales se debe a que el visor de 3ds max no procesa las transparencias en tiempo real.

El procedimiento empleado fue el mismo de manera sistemática para todas las ventanas del edificio, ya que en este caso todas poseen la misma textura de madera gris azulada.

- **Puertas:** El texturizado de las puertas se trató de generar a partir de imágenes reales de las puertas originales. Si bien no siempre fue posible. En el caso de la puerta principal se empleó una fotografía de la puerta original para crear la textura del panel frontal claveteado que recorre la puerta de arriba abajo, sin embargo el resto de la puerta fue texturizada mediante madera azul similar a la de las ventanas ya que se lograba un efecto más adecuado y de mejor calidad que empleando la fotografía original.

Asimismo para la puerta de acceso al almacén sur, sí se empleó íntegramente una fotografía original de la puerta, ya que esta se encuentra en muy buen estado y los relieves muy marcados producen un efecto realista en la textura.



Fig. 130 - Vista exterior (izq.) e interior (dcha.) de la puerta de acceso a la fábrica.

CREACIÓN DEL MODELO

Las puertas de acceso al almacén norte y a los almacenes adyacentes fueron creadas empleando textura de madera azul y editándolas para crear los relieves y detalles de las mismas. No fue posible emplear fotografía debido al deterioro y suciedad de las mismas, las cuales creaban un efecto de excesiva suciedad en la reconstrucción en comparación con el resto de elementos.

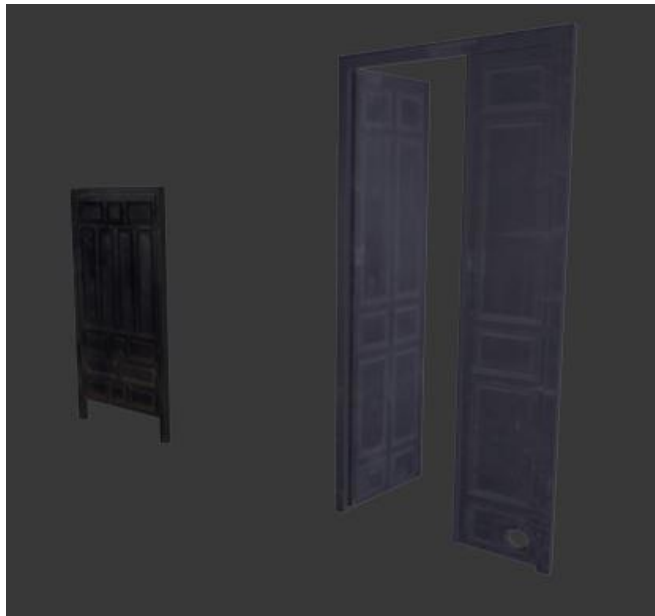


Fig. 131 - Vista de las puertas texturizadas de acceso a los almacenes.

9. Texturizado de los elementos de la azotea:

- **Chimeneas:** El texturizado de las chimeneas fue sencillo ya que tan sólo requirió la aplicación del modificador UVW Map, ajustando la proyección a la forma de cada una de las partes, y posteriormente aplicar una textura de óxido a toda la superficie.

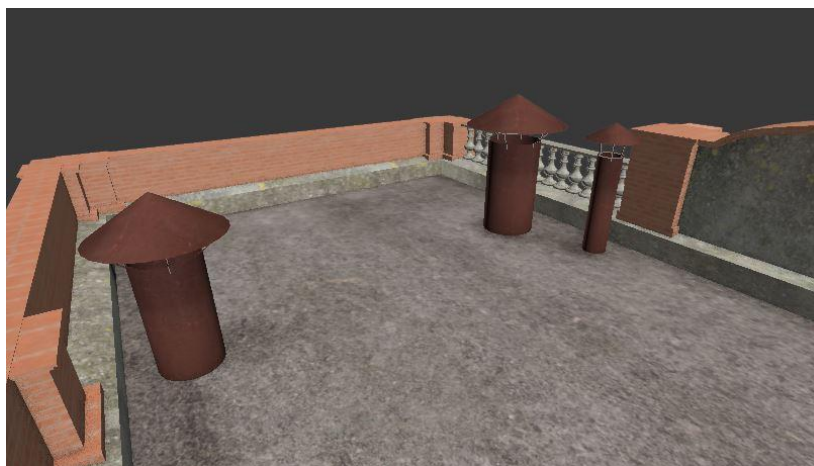


Fig. 132 - Vista de las chimeneas texturizadas.

- **Caseta de acceso:** El texturizado de la caseta de acceso fue algo más complejo, ya que está formada por tres elementos de distintos materiales.

CREACIÓN DEL MODELO

Para el tejado, fue necesario crear una textura de ladrillos paralelos vista desde arriba, ajustando los cantos del poliedro para dar cierta continuidad en los laterales.



Fig. 133 - Detalle de la caseta de acceso a la azotea texturizada.

El cuerpo de la caseta, está formado por ladrillos vistos, para lo cual se empleó una textura uniforme de ladrillo y se ajustó el UV Map para que estos mantuviesen una proporción coherente con el resto del edificio.

Por último la textura de la puerta se creó empleando una fotografía de la puerta de acceso al almacén sur, y cambiando los tonos de color para lograr un marrón madera, ya que tenemos constancia por algunas imágenes de que la puerta posee el mismo tipo de relieves, aunque no sabemos con exactitud la distribución de los mismos. Si bien se consideró que no es un factor importante conocer el patrón de la puerta, sino que es suficiente simular un patrón similar con el fin de hacerse una idea del aspecto de esta.

10. Texturizado de los elementos del almacén sur:

- **Plataforma:** Se empleó la misma textura que para las tablas de las plantas primera y segunda, ya que esta plataforma también está formada por tableros unidos a unas vigas inferiores también de madera. Para estas se empleó una textura de madera con un tono similar a las tablas de la propia plataforma. Se empleó un mapeado plano para la plataforma y cúbico para las vigas.



Fig. 134 - Vista del conjunto de la escala y la plataforma texturizadas.

- **Escala:** Para la textura de la escala, se empleó el material de óxido empleado para las chimeneas, ya que al ser de hierro también se aprecian en un tono oxidado. El mapeado fue simple, usando un UV Map de forma cúbica para cada uno de los peldaños.
- **Muestrario:** Por último para el muestrario se empleó una textura de cemento. Fue necesario realizar un mapeado algo más complejo debido a la propia forma del muestrario, con el fin de que todas las caras del mismo poseyesen una escala similar sin estiramientos o deformidades en la textura.



Fig. 135 - Muestrario texturizado.

11. Texturizado de los elementos del patio:

1. **Tejado frontal:** Para el tejado frontal se empleó un mapeado cúbico y se aplicó la misma textura que para los techos de los almacenes, si bien se ajustó el mapeado mediante uso de Unwrap UVW con el fin de que sólo se mostrase una plancha de la textura, en lugar de dos como aparece por defecto. Para los barrotes de soporte se empleó la textura de óxido de las chimeneas y para los travesaños de madera, una textura de madera estándar.

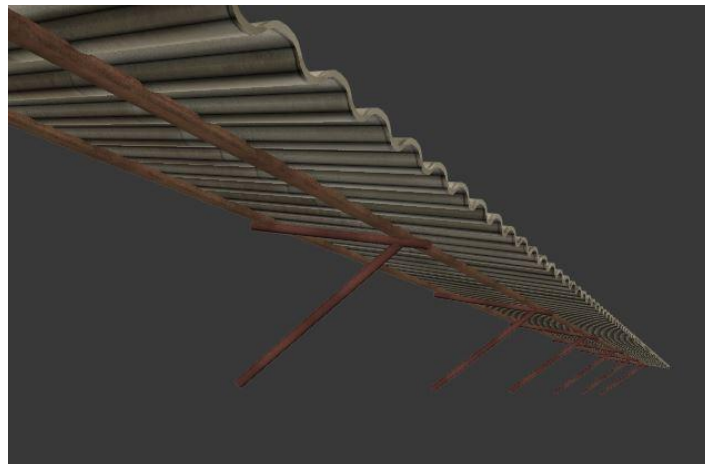


Fig. 136 - Vista en perspectiva del tejado frontal texturizado.

2. **Muelle de carga:** El muelle de carga se texturizó empleando una imagen de cemento continua. Se creó el mapa ajustándolo mediante Unwrap UVW de modo que resultase correctamente escalado.
3. **Escalón de acceso:** Fue necesario crear dos texturas expresamente tanto para el escalón central como para la acera que recorre toda la fachada. Se creó a partir de dos texturas diferentes de suelo, una de adoquines estándar empleados en las calles y otra de empedrado estrecho similar al suelo original.

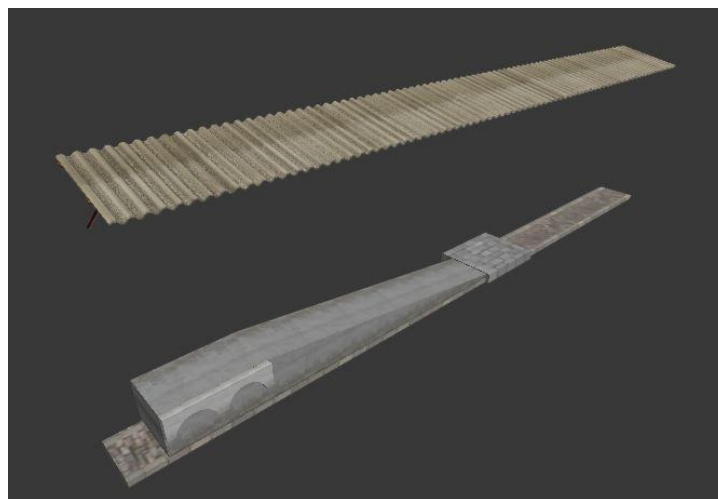


Fig. 137 - Vista del conjunto del tejado, el muelle de carga y el escalón de acceso texturizados.

4. **Almacenes adyacentes:** En este caso, para la fachada frontal se procedió a obtener una imagen real de la fachada en su estado actual. Si bien no es el aspecto original, consideramos que puesto que estos almacenes tan sólo son objetos auxiliares que ayudan a situar en contexto la fábrica, es aceptable el uso de esta imagen, ya que tampoco altera y modifica la comprensión del modelo. Se creó un material Multi/Sub-object ya que la fachada frontal es una pared encalada, si bien en los laterales la pared es de ladrillo visto por lo que era necesario aplicar dos materiales distintos al mismo objeto. Para el ladrillo cual se empleó el mismo material base que la propia fachada de la fábrica.



Fig. 138 - Almacén adyacente norte texturizado.

Para el tejado se empleó una textura de tejas oscuras que se adaptaron al modelo mediante un mapeado mediante Unwrap. Si bien la textura no posee una gran calidad, al tratarse de un elemento secundario consideramos que proporciona suficiente información sobre el estilo del tejado.

5. **Suelo del patio:** El suelo del patio se trató de obtener directamente del suelo real, sin embargo no fue posible debido a la dificultad para tomar una fotografía completamente cenital del mismo.

Se optó por tanto por recrear el mismo combinando una textura de adoquines con otra de empedrado rojizo similar al original. Se recreó una superficie de 4 x 4 cuadrados alternando el dibujo interno de los cuadrados mediante volteos y rotaciones de las piedras interiores. De este modo la textura podía replicarse suficientes veces por toda la superficie sin producir un efecto irreal de repetición. Se procedió además a aplicar un bump map para ofrecer un cierto relieve al empedrado.

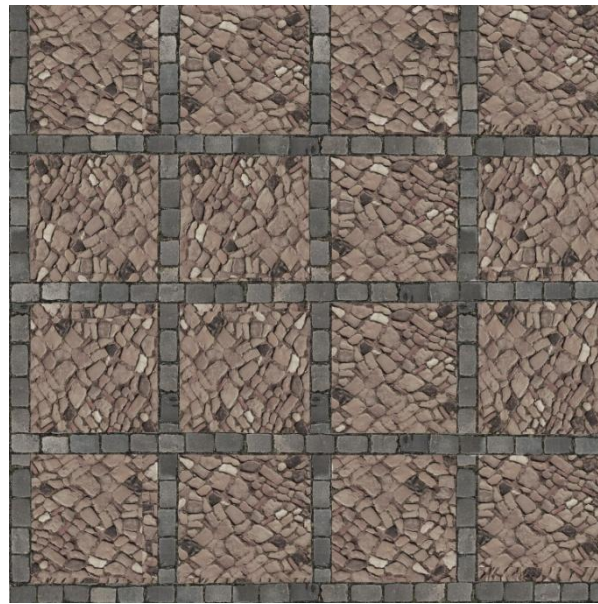


Fig. 139 - Miniatura de la textura aplicada al suelo del patio.

6. **Panorama:** La creación de la imagen panorámica se realizó mediante la aplicación web Dermendar¹⁰, la cual permite generar imágenes panorámicas introduciendo un conjunto de imágenes que posean cierto solape entre sí. Para crear la imagen panorámica tan sólo hay que seguir una serie de pasos simples, y la aplicación se encarga de generar la imagen automáticamente. Una vez creada la imagen, recortamos ligeramente los extremos para obtener la porción que nos interesa y tras ajustar el mapeado, creamos el material y lo aplicamos sobre la superficie del plano panorámico, y ajustamos la escala de este para que las proporciones sean adecuadas. Esto permitirá que los reflejos de las ventanas y las imágenes en las que se muestre el exterior de la fábrica se pueda apreciar el entorno de la misma.
- 7.



Fig. 140 - Miniatura de la imagen panorámica aplicada como textura al plano envolvente del patio.

¹⁰ Dermendar.com [consulta el 26-05-2014] Disponible en <http://www.dermendar.com>



Fig. 141 - Plano envolvente con la textura aplicada.

8.3.4 REVISIÓN

Para realizar, llevamos a cabo varios renders que nos muestran que el texturizado ha quedado correcto en su conjunto. Comprobamos además que no ocurren errores en la iluminación debido a la aplicación de los materiales en el edificio, así como posibles descolocaciones o desajustes en los elementos modelados.

Gracias a estas pruebas, pudimos apreciar la existencia de ciertos errores en las texturas. Especialmente aquellas con reflejos, como las maderas, en las que se apreciaba un cierto granulado en los brillos. Para corregir este error, existen dos posibilidades, aumentar el valor del parámetro “Glossy samples”, es decir el número de muestras creadas para cada brillo, o activar la opción “Highlight + FG only”. Si bien, esta segunda proporciona un brillo algo menos realista, consideramos que puesto que la madera donde se aprecian estos errores no requiere un índice de reflexión muy alto, el efecto obtenido activando esta opción es suficiente. Además esto permite la aceleración del tiempo de render al tener el software que realizar un menor número de cálculos.

Debido a un error en la fase anterior, fue necesario reorientar la brújula del sistema *daylight*, por lo que cambió ligeramente la orientación de la luz, si bien apenas se ve afectado el modelo por ello.

También pudimos apreciar que la iluminación aportada por los portales, resulta demasiado escasa, sin embargo esta se distribuye uniforme y correctamente por todos los espacios. En primer lugar optamos por aumentar ligeramente el valor del parámetro Multiplier de los portales para compensar la colocación de los cristales en las ventanas, los cuales restan luminosidad a la escena. El nuevo valor fue de 1,5 en todos los portales de las ventanas y puertas de la fábrica, y 2 en los portales de los almacenes.

Optamos además por variar la sensibilidad de la cámara en los renders interiores, sustituyendo el valor del parámetro “Exposure value” en el menú “Environment” de 10 que es el valor por defecto, a 8. Hecho esto, volvimos a repetir los renders y pudimos comprobar que la

CREACIÓN DEL MODELO

iluminación de la escena mejora notablemente. Se pueden apreciar los cambios realizados en las imágenes mostradas a continuación.



Fig. 142 - Vista de las plantas baja (arriba), primera (centro) y segunda (abajo) antes y después de los cambios efectuados en la revisión.

A pesar de que las habitaciones puedan resultar algo oscuras, el interior fábrica no es un lugar muy luminoso, por lo que consideramos esta iluminación adecuada. Asimismo, puesto que aún queda por ser situada la maquinaria en la escena, es posible que esta deba ser retocada una vez más cuando se hayan incluido todos los elementos definitivos.

CREACIÓN DEL MODELO

En el exterior por su parte el texturizado resulta adecuado para los objetivos propuestos. Mostramos a continuación algunas imágenes de los renders obtenidos.



Fig. 143 – Vistas exteriores de la fachada frontal texturizada.



Fig. 144 - Detalle de la puerta de acceso y las ventanas de la primera planta.

8.4 MODELADO DE LA MAQUINARIA

8.4.1 DOCUMENTACIÓN

Para llevar a cabo la documentación de la maquinaria fue necesario un proceso algo más complejo que en las fases anteriores. En primer lugar era necesario comprender el funcionamiento de la instalación en su conjunto con el fin de poder situar de manera coherente los distintos elementos y las canalizaciones entre estos. Para ello se realizaron las siguientes tareas:

1. Visita a la fábrica de harinas de Fuerte del Rey (Jaén): En primer lugar, se llevó a cabo una visita a la Fábrica de Harina de Fuerte del Rey, en la provincia de Jaén. La cual está en proceso de rehabilitación para abrirla al público como espacio museístico.

CREACIÓN DEL MODELO

La visita se concertó previamente con el Ayuntamiento de esta población, el cual nos facilitó el acceso a la fábrica de manera amable y sin ningún tipo de coste.

Si bien la Fábrica de Harinas de Fuerte del Rey posee una maquinaria distinta a la de la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle, el proceso productivo es similar. Gracias a la posibilidad de visitar la fábrica con total libertad, pudimos comprender el proceso de transformación del grano en su totalidad desde su limpieza hasta la empaquetación de la harina.

2. Análisis de funcionamiento de la fábrica Ntra. Sra. Del Valle: Gracias a la visita a la Fábrica de Harina de Fuerte de Rey pudimos extrapolar el proceso productivo a la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle, y comprender de este modo su funcionamiento, y comunicación entre los distintos elementos, ya que si bien conocíamos los elementos presentes en la segunda planta, desconocíamos su orden en el flujo del grano y al no poder acceder a este espacio, nos resultaba muy difícil comprender el correcto funcionamiento de la instalación.

Además se procedió a analizar la comunicación de los distintos elementos de la maquinaria y la transferencia de elementos entre sí. Se tomó nota de todas y cada una de las canalizaciones existentes en las plantas baja y primera, indicando el elemento de origen y el elemento de destino de las mismas. Esta tarea se realizó ya que únicamente mediante las fotografías resultaba un proceso complejo y en ocasiones inviable debido a la gran cantidad de tubos situados en la misma. También se dedujo el origen y destino de las distintas canalizaciones que bien por desperfectos estaban desprendidas, o que por algún otro motivo habían desaparecido de la instalación.

3. Toma de fotografías de detalle de la maquinaria: Por último, se procedió a tomar fotografías de la maquinaria, haciendo especial hincapié en aquellos ángulos muertos que no apareciesen en las fotografías tomadas anteriormente. Se hizo especial hincapié en los molinos de la primera planta, debido a lo intrincado de su morfología y la gran cantidad de recovecos existentes. También se procedió a documentar en la medida de lo posible el interior de aquellos elementos que lo permitiesen, tales como los elevadores, los molinos o las desatadoras.

8.4.2 PLANIFICACIÓN

Una vez documentada y con la idea clara del funcionamiento de la instalación, se procedió a acometer la tarea de modelar la maquinaria. Se decidió realizar el modelado desde la planta inferior hacia las plantas superiores, modelando en primer lugar la maquinaria y posteriormente ajustar correctamente las canalizaciones, ya que de este modo el modelado de la maquinaria se hace de una forma más limpia, sin tuberías o canalones que entorpezcan la visión de las propias máquinas. Además, modelar por plantas nos permitía poder situar correctamente las máquinas

CREACIÓN DEL MODELO

de las plantas superiores en base a las canalizaciones creadas en las plantas inferiores, logrando una mayor coherencia entre las plantas.

Para llevar a cabo el trabajo se planificaron las siguientes tareas:

1. Modelado de las máquinas de la planta baja: Cuyo conjunto está formado por las siguientes:
 - Elevadores
 - Tolvas de empacado.
 - Tolvas de residuos.
 - Motor y sistema de transmisión.
 - Procesadora de salvados y tolva de salvados.
2. Modelado de las canalizaciones de la planta baja: El cual está formado por las canalizaciones procedentes de los molinos hacia los elevadores, así como de la deschinadora y la despuntadora. Las canalizaciones hacia las tolvas de empacado, al ser de diferente grosor y tamaño, se modelarán con la propia maquinaria.
3. Modelado de las máquinas de la planta primera (ala sur): En esta planta comenzaremos por el ala sur, ya que esta se va a reconstruir integral, para ello se procederá a modelar los siguientes elementos:
 - Silo de empaque.
 - Molinos.
 - Sistema de transmisión.
 - Desatadoras.
 - Elevadores.
4. Modelado de las máquinas de la planta primera (ala norte): En este caso la maquinaria, al contrario que en el punto anterior no estará reconstruida interiormente, sino que únicamente se reconstruirá el aspecto externo, sin entrar en la maquinaria interna. Los elementos a modelar serán:
 - Deschinadora.
 - Despuntadora.
 - Silos de volteo.

Aunque existe un molino y varios elevadores en esta mitad de la planta, al estar modelados íntegramente previamente ya que los creamos en la reconstrucción de la mitad sur, optaremos por clonar estos y situarlos en el ala norte, para no duplicar trabajo ya que estos modelos previos aportan más información al conjunto, que los modelos macizos que corresponderían.

5. Modelado de las canalizaciones de la planta primera (ala sur): a continuación procederemos a modelar todos los elementos de canalización de la mitad sur, los cuales al igual que los de la planta baja serán huecos debido a la reconstrucción íntegra planificada inicialmente.
6. Modelado de las canalizaciones de la planta primera (ala norte): Para terminar la primera planta, modelaremos las canalizaciones del ala norte, que al igual que la maquinaria de esta ala, se modelarán macizos de modo que exteriormente no se aprecie diferencia con la mitad sur, facilitando así el trabajo a realizar.
7. Modelado de las máquinas de la planta segunda: En este paso modelaremos la maquinaria de la planta segunda, la cual será reconstruida de forma esquemática, de

CREACIÓN DEL MODELO

modo que resulte fácil a la vista comprender el volumen, la distribución y la forma de los elementos situados en esta planta. Aunque inicialmente estaba previsto reconstruir mediante objetos primitivos únicamente (esferas, cubos, conos y cilindros), trataremos de modelar estos (mediante la utilización de objetos *editable poly*) con el fin de dar un aspecto más dinámico y ajustado a la realidad que el que proporcionarían tan sólo un conjunto de formas geométricas primitivas. Los volúmenes a reconstruir serán los de las siguientes máquinas:

- Plansichters
 - Sasor
 - Satinadora
 - Silos de espera
 - Triarvejones
 - Recolector de mangas
 - Ciclones
 - Tarara
 - Noria
8. Modelado de la maquinaria de los almacenes: Tras completar el modelado de la planta segunda, modelaremos los elementos de la maquinaria situados en los almacenes posteriores, concretamente en el almacén sur. Estos son un ciclón la procesadora de salvados, y la tolva de empacado de esta. Se crearán en esta fase con una calidad y aspecto similar al de la maquinaria de la segunda planta, ya que se trata de elementos difícilmente alcanzables para su reconstrucción en detalle.
9. Creación de correas y perforación de los suelos: Por último llevaremos a cabo la creación de las correas, así como la perforación de los techos y suelos para un correcto ajuste de las canalizaciones y correas entre plantas. Realizamos esta tarea al final del proceso de modelado para facilitar el trabajo y hacerlo todo en un solo paso, en lugar de tener que llevar a cabo perforaciones en cada una de las tareas realizadas. Asimismo las correas se modelan en esta fase ya que es necesario conocer la distribución de la maquinaria así como que todas las poleas estén modeladas para poder crear las correas a medida.

8.4.3 IMPLEMENTACIÓN

Debido a que el número de elementos a crear es muy elevado (en total 5000 objetos aproximadamente), procedemos a continuación a describir de manera resumida el proceso de creación de la maquinaria desglosado en las distintas tareas marcadas durante la planificación.

- **Modelado de las máquinas de la planta baja.**

Los principales elementos a modelar en este aspecto son los siguientes:

1. **Tolvas de empacado:** Situadas en el extremo sur de la planta, para su modelado se emplearon principalmente objetos primitivos tales como cajas, cilindros y tubos. Algunos de estos elementos fueron convertidos a objetos Editable Poly con el fin de realizar un modelado más preciso y ajustado al aspecto original.

CREACIÓN DEL MODELO

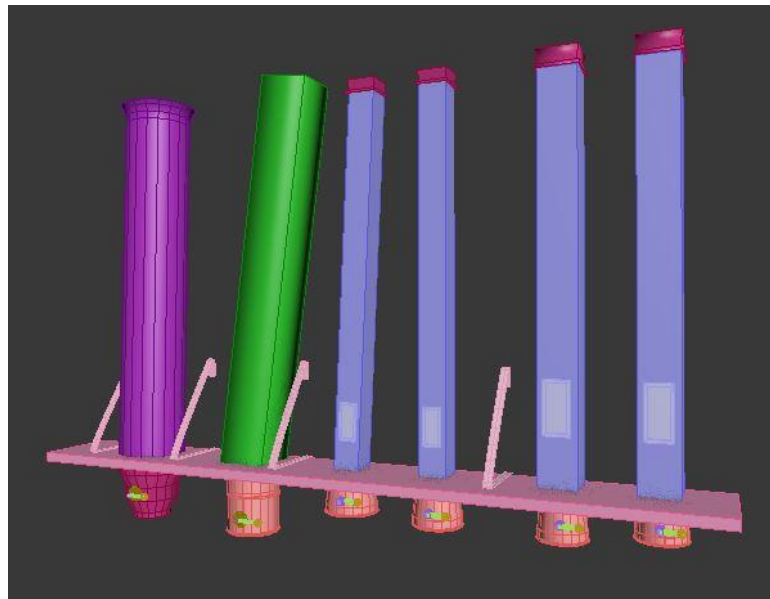


Fig. 145 - Modelado de las tolas de empaçado.

- **Tolas de residuos:** En este caso, únicamente se modelaron las tablas de soporte y las embocaduras de empaquetado, ya que las canalizaciones que transportan los residuos hasta estas, se crearon posteriormente con el resto de canalizaciones de la planta. Para las tablas se emplearon objetos primitivos tipo caja y las embocaduras se clonaron de las creadas para las tolas de empaçado por ser similares a estas, si bien fueron escaladas en tamaño para ajustarse a la realidad.
- **Elevadores de cangilones:** En este caso, se procedió a crear un modelo inicial de elevador, y posteriormente clonarlo tantas veces como fue necesario debido a que todos los elevadores son similares, únicamente difiriendo en si estaban agrupados en parejas o individuales.

Para la creación de la base se creó un objeto tipo caja y se convirtió a editable poly con el fin de recrear la forma del mismo.

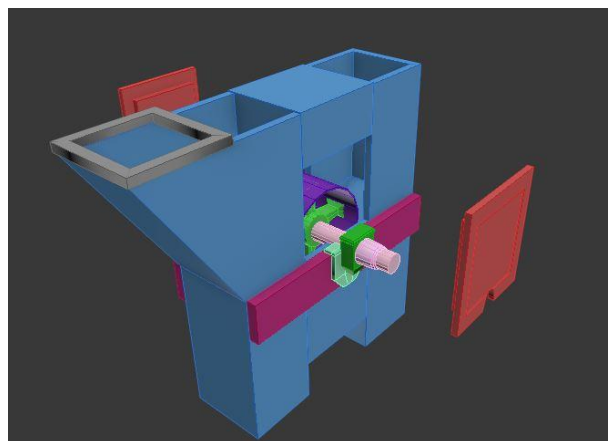


Fig. 146 - Base de los elevadores de cangilones.

Los elementos interiores como la polea, el eje, etc. Así como las tapas laterales y los relieves de madera externos, se crearon mediante objetos primitivos, principalmente cilindros y cajas.

CREACIÓN DEL MODELO

Los tubos verticales, se crearon mediante objetos primitivos de tipo tubo con cuatro caras.

Por último, la cinta de cangilones se creó mediante un objeto tipo loft, creando una spline que marcara el recorrido de la cinta, y otra rectangular del tamaño del corte transversal de la misma.

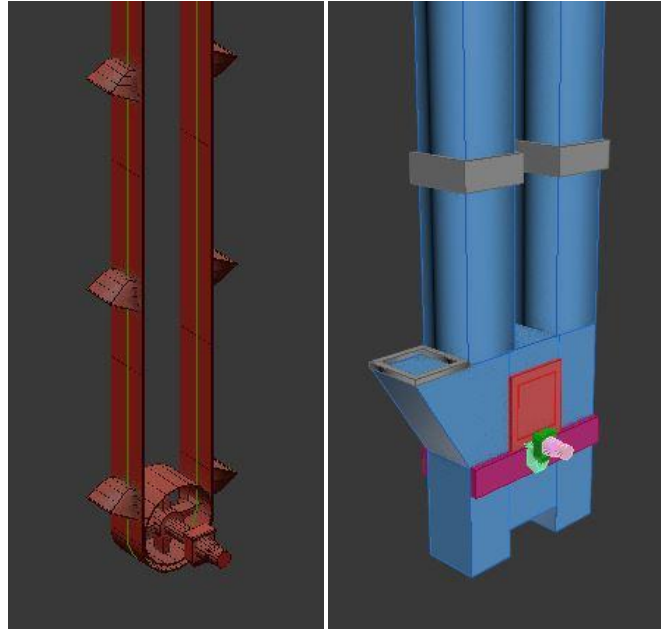


Fig. 147 - Cinta de cangilones con polea (izq.) y elevador completo (dcha.)

Los cangilones fueron creados mediante objetos editable poly para la cazoleta, y primitivas cilíndricas para los tornillos de anclaje de los mismos.

Para una distribución uniforme y correcta de los cangilones, se empleó el controlador de posición *path constraint* (restricción de recorrido) asociándolos a la spline empleada para la creación del recorrido de la cinta.

- **Sistema de transmisión:** Se creó un objeto tipo cylinder para el modelado del motor, el cual fue convertido a Editable poly y posteriormente editado para lograr la forma adecuada.

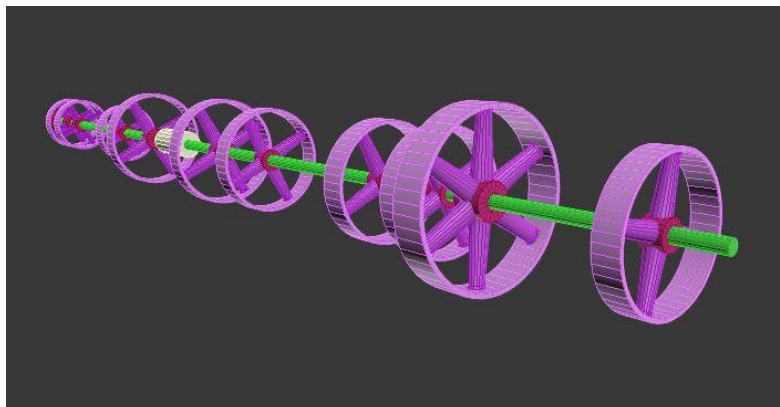


Fig. 148 - Modelado de las poleas de transmisión de la planta baja.

CREACIÓN DEL MODELO

Para las distintas poleas así como para el eje, se emplearon objetos primitivos, principalmente tubos y cilindros. Fue importante lograr una correcta alineación entre los mismos, de modo que al girar todos rotasen en base al mismo eje.

La estructura de protección se creó mediante objetos tipo spline con la opción de renderizado tanto en visor como en render final activada para crear los anclajes al techo, y objetos tipo plane para la malla de protección.

No se crearon las correas, ya que esta es necesario ajustarlas a las poleas del molino, por lo que se crearon posteriormente cuando estos fueron modelados.

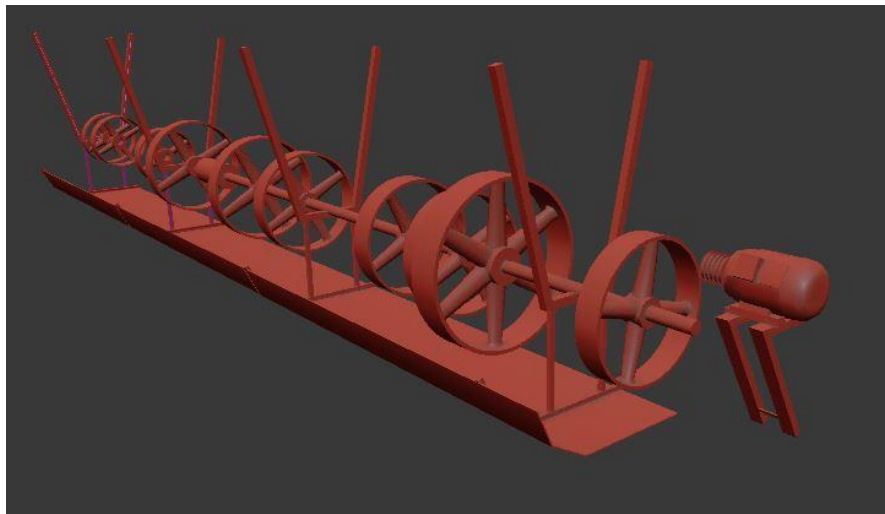


Fig. 149 - Modelado del conjunto del sistema de transmisión completo.

- **Desatadora:** Está unida a uno de los elevadores. Para su modelado se emplearon diversos objetos editable poly modelados para adaptarse a la forma de la misma. Para la polea se tomó como modelo una de las poleas del eje de transmisión, la cual se clonó y escaló para ajustarla a las dimensiones de la desatadora. Por último para el eje y los soportes se emplearon objetos primitivos tipo caja y cilindro.

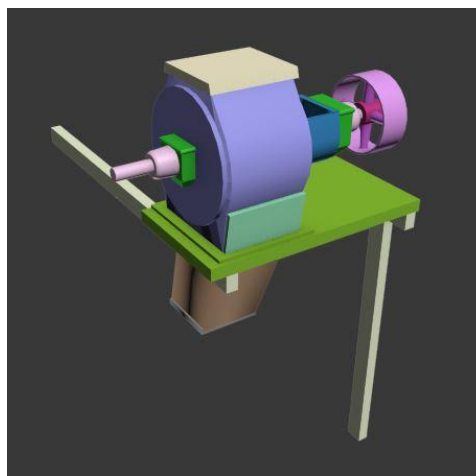


Fig. 150 - Modelado de la desatadora de la planta baja.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Báscula:** Fue creada mediante objetos tipo spline renderizables principalmente para las varillas y objetos primitivos convertidos en editable poly para el cuerpo central, los brazos y los soportes de los sacos. Se puso especial hincapié en lograr un alto grado de detalle en la reconstrucción del fulcro, el cual posee una forma ornamentada característica.



Fig. 151 - Modelado de la báscula

2. Modelado de las canalizaciones de la planta baja.

El modelado de las canalizaciones de la planta primera se realizó de forma sistemática, ya que todas se crearon empleando la misma técnica, la única diferencia es el trazado de las mismas.

Para crear las canalizaciones entre la maquinaria de la planta primera y la maquinaria de la planta baja se crearon diversos objetos tipo spline que trazasen el recorrido de los distintos tubos que recorren la estancia.

A continuación se creó mediante otro objeto tipo editable spline la sección transversal de estos tubos, la cual está formada por dos cuadrados concéntricos con una separación entre lados de 2cm.

Por último tomando cada uno de los trazados, se crearon objetos tipo loft empleando la sección transversal creada como silueta a proyectar a lo largo de los mismos. De este modo se logra crear las canalizaciones huecas a lo largo de los distintos recorridos de los tubos.

CREACIÓN DEL MODELO

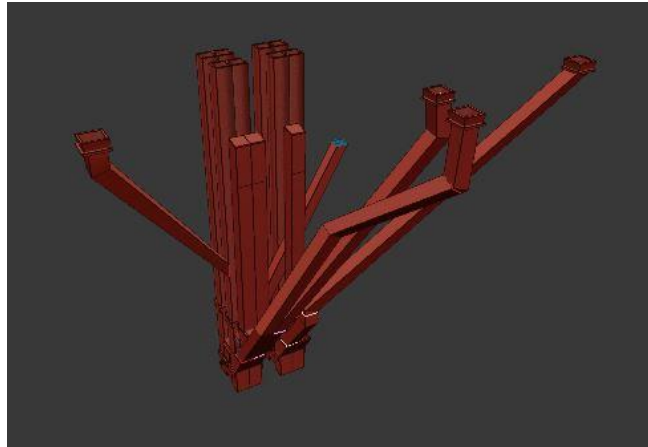


Fig. 152 - Canalizaciones de dos parejas de elevadores de la planta baja.

Posteriormente se ajustaron sus ángulos, así como el inicio y fin de los tubos para que se ajustasen a los distintos elementos de entrada y salida que poseían en los extremos. En el caso de las salidas de los tubos del techo, en la planta baja existen unas pequeñas embocaduras que unen los tubos al techo de ladrillo, para crearlos, se creó un modelo inicial mediante un objeto editable poly y posteriormente se clonó tantas veces como canalizaciones existen, situándolos en la salida de cada uno de los tubos.

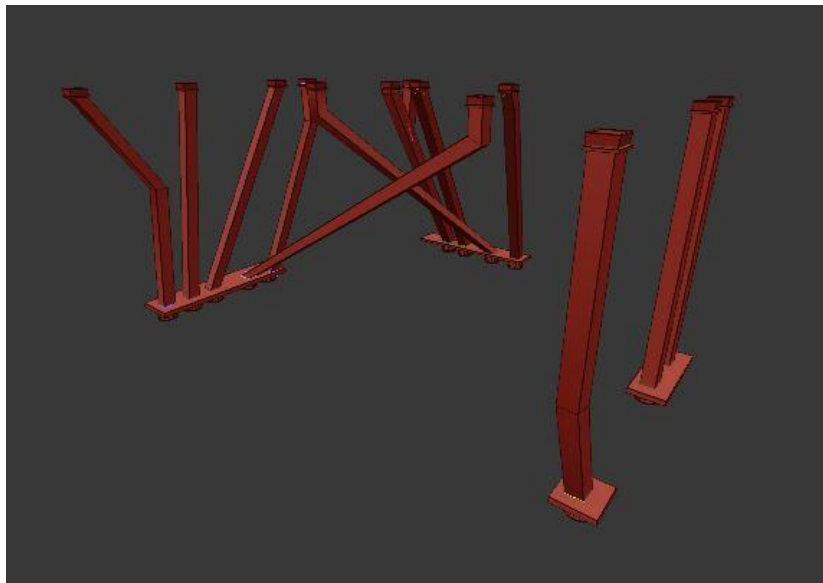


Fig. 153 - Canalizaciones de las tolvas de residuos.

3. Modelado de las máquinas de la planta primera (ala sur).

En este caso los elementos a modelar fueron:

- **Silo de empaque:** Se creó mediante un objeto tipo box convertido a editable poly, con esto se le dio la forma apropiada, modelando los refuerzos frontales y laterales. A continuación se modelaron mediante objetos tipo editable poly los volúmenes a extraer para crear los huecos interiores, así como los huecos de las compuertas frontales, por

CREACIÓN DEL MODELO

último se extrajeron estos volúmenes mediante la conversión del cuerpo principal en un objeto tipo boolean y se retiraron los volúmenes indicados.

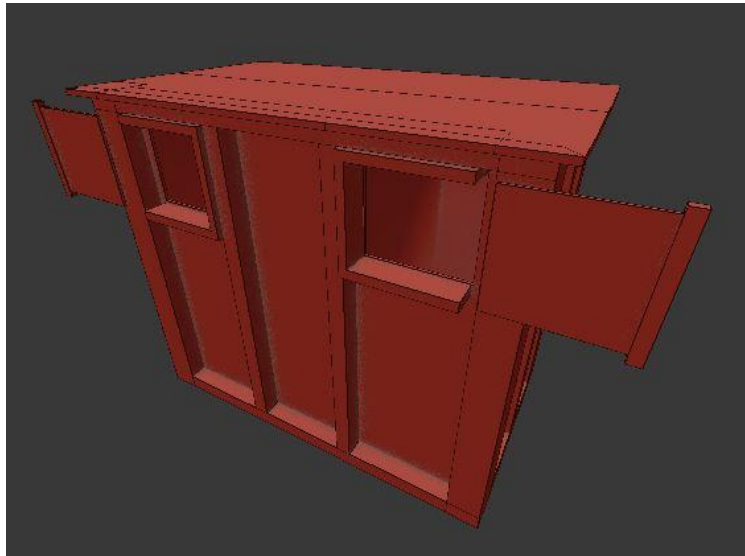


Fig. 154 - Modelado del silo de empaque.

Para el medidor de humedad, se emplearon diversos objetos primitivos como cilindros y esferas para los indicadores frontales y objetos tipo editable poly para el modelado del cuerpo principal. Para el tubo de ventilación se empleó un objeto loft combinando una spline que indicase el trazado con una spline circular para la sección transversal.

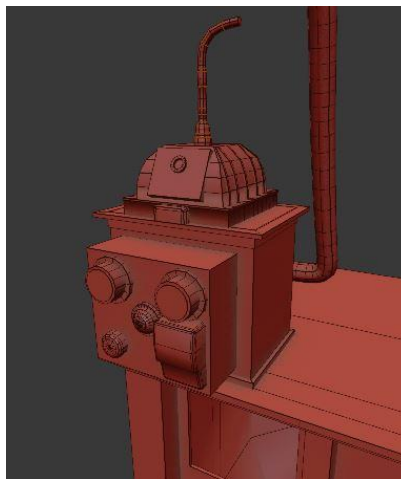


Fig. 155 - Modelado del regulador de humedad.

- **Molinos:** El modelado de los molinos es el más complejo de los elementos de la maquinaria. En primer lugar cabe destacar que cada uno de los cuatro molinos se pueden dividir en dos submitades simétricas en los ejes x e y. Por lo que para llevar a cabo el modelado, únicamente es necesario crear una de estas submitades, y posteriormente clonarla manteniendo simetría en los ejes "x" e "y" y adosarla a la submitad original, obteniendo así un molino completo.

CREACIÓN DEL MODELO

El cuerpo central se modeló mediante dos objetos tipo editable poly, uno para el volumen exterior y otro para la sustracción de la oquedad interior. Tras combinar ambos objetos mediante un objeto tipo boolean, se obtiene el volumen principal.

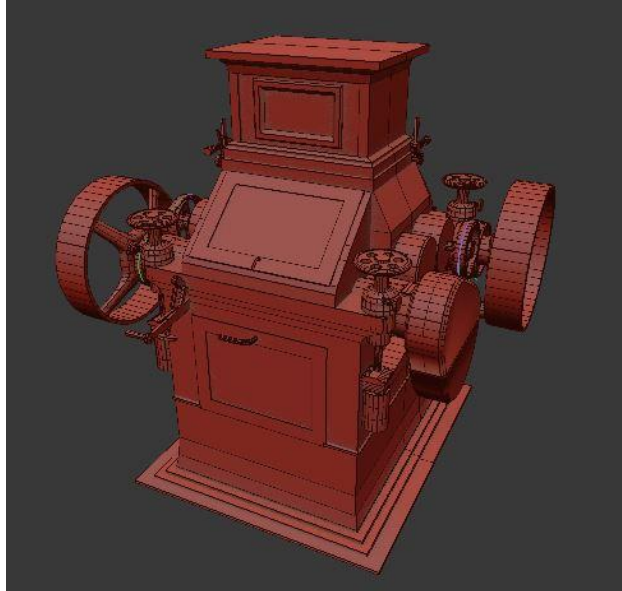


Fig. 156 - Modelado de un molino de la planta primera.

Para todos los demás elementos del molino se emplearon objetos tipo editable poly creados a partir de diferentes objetos primitivos, cilindros para los rodillos, cajas para las puertas, etc. Así como objetos tipo spline para formas algo más complejas como los engranajes de los rodillos interiores.

La polea motriz se creó mediante un objeto tipo tubo, y un objeto editable poly que hubo que modelar cuidadosamente para obtener la forma de los radios.

- **Protectores:** Los protectores de malla metálica situados entre los molinos se modelaron a partir de splines renderizables de 2cm de diámetro para la estructura, y un plano convertido a editable poly y modelado para la superficie de la malla.

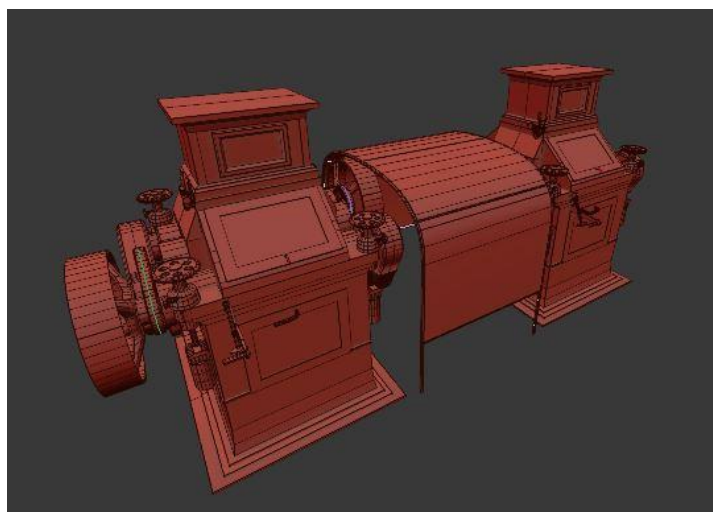


Fig. 157 - Vista de uno de los protectores flanqueado por sendos molinos.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Desatadoras:** Las dos desatadoras situadas en la esquina suroeste de la planta, se crearon clonando la desatadora situada en la planta baja y ajustando su simetría para que correspondiesen con las de la planta primera. También se ajustó el tamaño de las poleas ya que estas no son iguales en cada una de ellas.
- **Desplazadores horizontales:** Los desplazadores horizontales son parejas tubos de sección cuadrada que contienen en su interior un eje con aspas que impulsan el cereal en sentido horizontal a lo largo del tubo. Este eje está unido a una polea motriz que produce el giro del eje y por tanto el de las aspas. En la planta primera hay dos parejas de desplazadores, una situada sobre los molinos, y otra situada a la misma altura que la primera, situada entre los molinos y el muro oriental.

Para crear los desplazadores, se comenzó por modelar el desplazador occidental, que posteriormente será clonado para crear el oriental. Para ello se empleó un tubo de sección cuadrada, un objeto primitivo tipo cilindro y las aspas se modelaron mediante splines extruidas con la forma de las mismas. Posteriormente se situaron a lo largo del eje empleando un clonado de tipo matriz, de modo que estas resultasen distribuidas a lo largo del eje de forma constante.

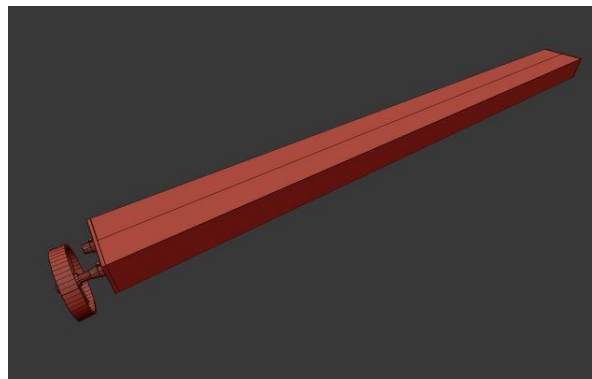


Fig. 158 - Aspecto de un desplazador horizontal.

Por último se clonó la polea motriz a partir de las poleas de transmisión de la planta baja, escalándola y ajustando la posición de la misma. Posteriormente se clonó el conjunto, para duplicar el tubo, añadiéndole cerramientos en ambos extremos, así como los remates de los ejes.

Por último se clonó el conjunto de la pareja de tubos para crear el desplazador oriental.

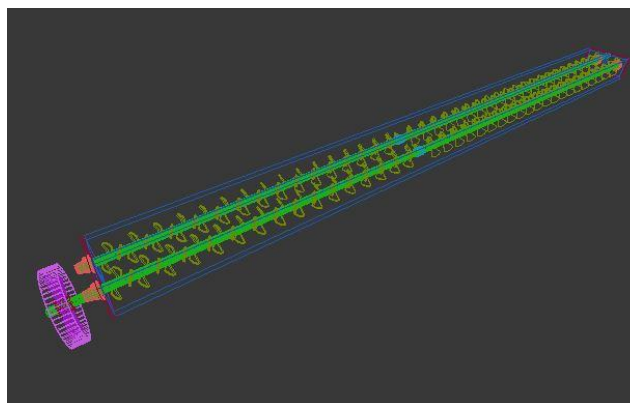


Fig. 159 - Vista en alambre de un desplazador horizontal, donde se aprecian las aspas internas.

CREACIÓN DEL MODELO

- **Sistema de transmisión:** El sistema de transmisión se creó de forma similar al de la planta baja, principalmente mediante cilindros y tubos, poniendo especial cuidado en la distancia entre poleas y la morfología de estas, ya que al contrario de lo que sucede en la planta baja, estas poleas son de diferentes formas y tamaños, siendo algunas macizas, mientras que otras poseen radios.

Para los anclajes al techo, se emplearon objetos primitivos tipo caja y objetos editable poly modelados para obtener la forma compleja de los mismos.

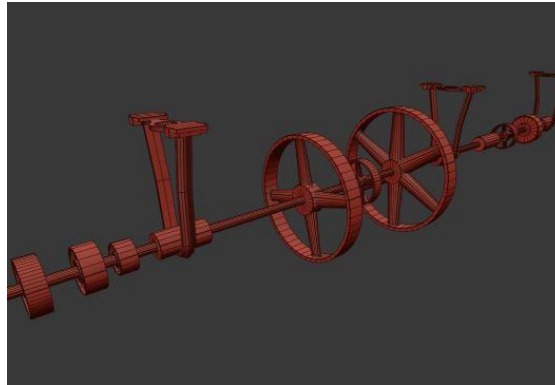


Fig. 160 - Vista parcial del sistema de transmisión de la primera planta.

- **Elevadores:** En este caso, los elevadores no poseen una base, sino que simplemente constan de los tubos por los que se desplazan las cintas de cangilones. Para ello clonaremos los tubos verticales de los elevadores de la planta inferior y los situaremos en la planta primera, en la correcta posición. Si bien, estos tubos poseen unas ventanillas de registro que permiten verificar el correcto desplazamiento de los cangilones, por tanto será necesario crear estas ventanillas mediante objetos tipo boolean para la perforación de los mismos así como primitivas de tipo box para el cristal y el marco de las ventanillas.

4. Modelado de las canalizaciones de la planta primera (ala sur):

El modelado de las canalizaciones de este espacio siguió exactamente el mismo proceso de las canalizaciones de la planta baja, empleando objetos tipo loft. Si bien el trabajo es más costoso ya que las canalizaciones son más numerosas y poseen un mayor número de cruces entre sí, por lo que es necesario prestar mucha atención para evitar que estas se solapen entre sí.

Asimismo, cabe mencionar que en este caso las canalizaciones no salen a partir de una embocadura adosada al techo de ladrillo como ocurría en la planta baja, sino que este se encuentra perforado, dejando ver las láminas de madera del suelo de la planta superior, y es de estas de donde salen las canalizaciones. Así pues, crearemos las canalizaciones ajustándolas al suelo de la segunda planta, “atravesando” el techo de ladrillo haciendo como si este tuviese dichas oquedades modeladas, las cuales modelaremos al final, cuando todas las canalizaciones del modelo hayan sido creadas, con el fin de agilizar el proceso de perforación.

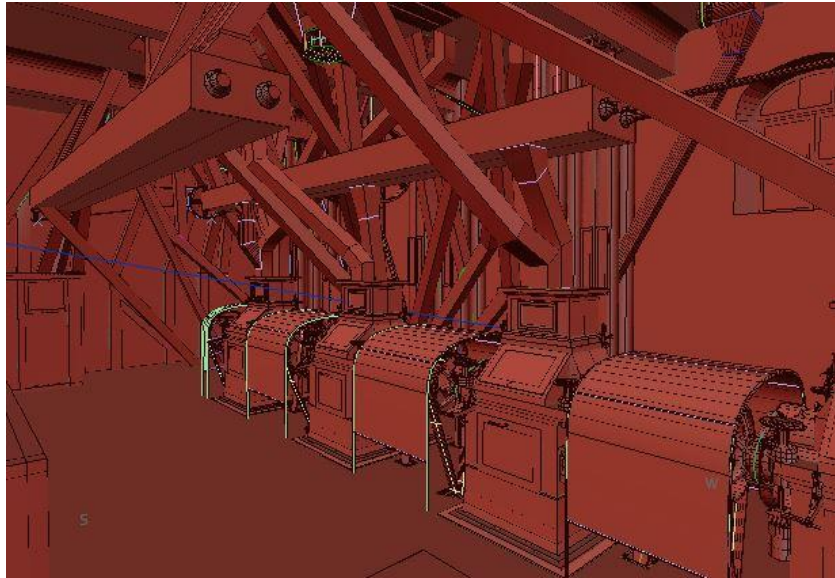


Fig. 161 - Vista general de las canalizaciones del ala sur de la planta primera.

5. Modelado de las máquinas de la planta primera (ala norte).

- **Deschinadora:** Para llevar a cabo el modelado de la deschinadora, únicamente nos centraremos en el aspecto externo de la misma, ya que tal y como definimos en el alcance, no reconstruiremos el interior. Por tanto, la modelaremos empleando principalmente objetos primitivos como cajas y cilindros convertidos editable poly, ajustando los vértices para lograr una apariencia lo más cercana posible al aspecto externo de la deschinadora, manteniendo sus proporciones. Aunque no sea hueca, crearemos igualmente las ventanas de registro que hay en la superficie de la misma para dotarla de un aspecto más realista.

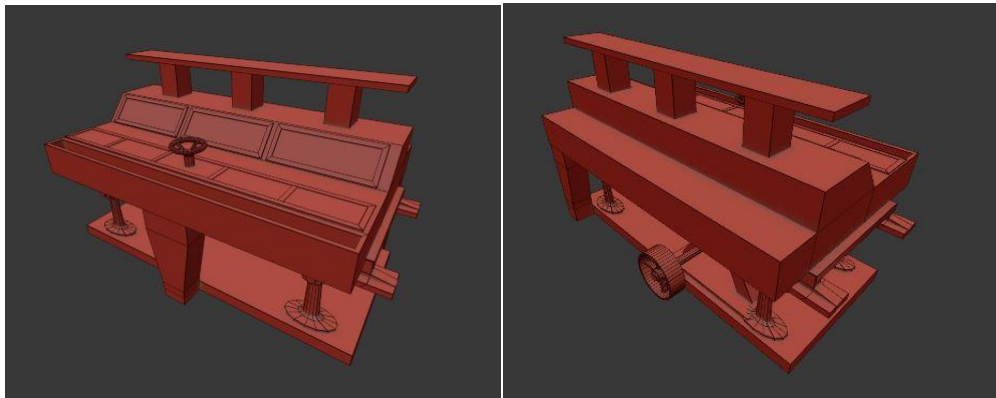


Fig. 162 - Vista frontal (izq.) y trasera (dcha.) del modelado de la deschinadora.

- **Despuntadora:** Al igual que la deschinadora, modelaremos únicamente el aspecto externo, debido a su peculiar forma, emplearemos principalmente objetos primitivos de tipo caja y cilindro, y para aquellas partes que no poseen formas regulares, las diseñaremos mediante la creación de splines con la silueta de las mismas que posteriormente serán extruidas.

CREACIÓN DEL MODELO

Al igual que en la deschinadora, aunque las piezas sean macizas, crearemos las pequeñas ventanas de registro que posee tanto en la cara frontal como en los laterales para dotarla de un aspecto más cercano a la realidad.

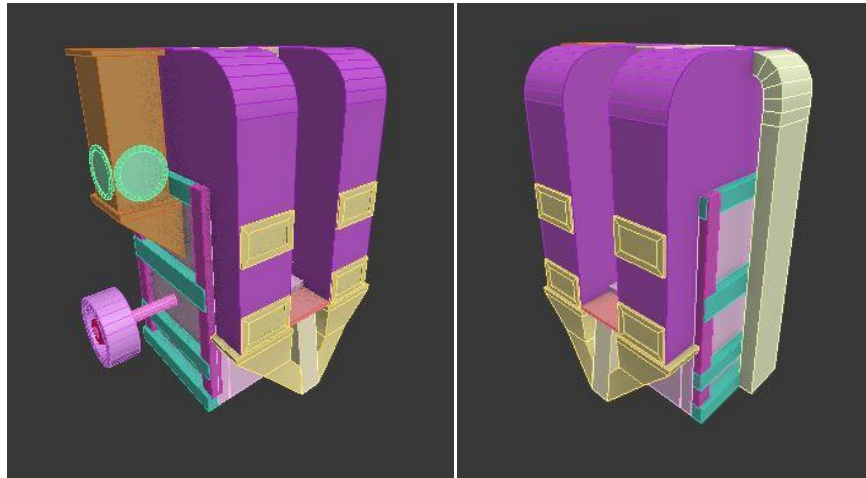


Fig. 163 - Vistas frontales del modelado de la despuntadora.

- **Silos de espera:** En este caso, el modelado de los silos se realizará mediante un único objeto editable poly el cual se manipulará para formar las distintas caras de la estructura, así como las vigas de refuerzo situadas en la cara frontal de los mismos. En este caso, el silo no será hueco como ocurre en los silos de empaque, por lo que únicamente se modelarán las oquedades que quedan a la altura de la vista, pero manteniendo el resto del silo macizo.

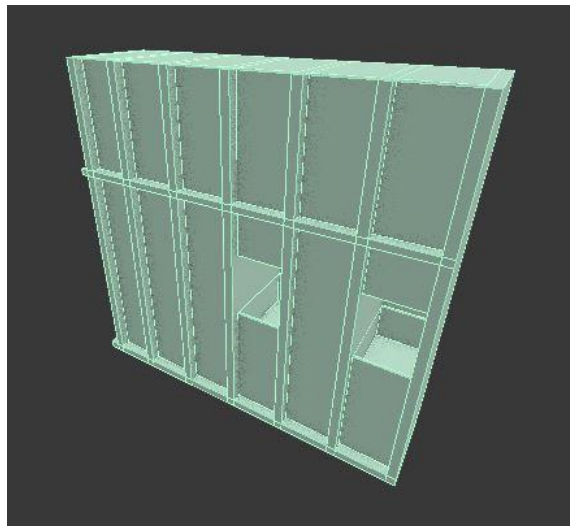


Fig. 164 - Modelado de los silos de espera.

- **Motor:** Al igual que el motor de la planta baja, se modelará a partir de un objeto editable poly, ajustando sus vértices para lograr un aspecto similar al motor de esta planta.
- **Sistema de transmisión:** En el caso de transmisión, al tratarse de elementos iguales a los ya creados previamente, optaremos por clonar estos directamente en lugar de reconstruir únicamente sus volúmenes. De este modo, logramos que la reconstrucción

CREACIÓN DEL MODELO

sea más completa y evitamos así duplicar el trabajo a realizar en la reconstrucción de estos elementos. Por tanto, se optará por clonar los ejes, poleas y anclajes de la mitad sur de la planta primera y situarlos en sus correspondientes posiciones, escalando y ajustando las distintas poleas a su posición y tamaño originales.

- **Molinos:** Al igual que ocurre con el sistema de transmisión, consideramos absurdo crear un nuevo modelo de molino “macizo” teniendo ya un modelo más completo, con su reconstrucción interior incluida. Por tanto se realizarán dos clones de los molinos situados la mitad sur de la planta y se colocarán en la posición de los dos molinos situados en el ala norte. De este modo, además, logramos que el ala norte resulte más completa e integrada en el conjunto de la primera planta que si nos limitásemos a reconstruir únicamente los volúmenes de los molinos, lo cual provocaría una diferenciación excesiva entre la mitad norte y la mitad sur, que resultaría extraña a la vista a la hora de mostrar imágenes donde se aprecien ambas mitades.
- **Elevadores:** En este caso, se clonarán los tubos elevadores de la mitad sur, ya que estos poseen la misma forma y tamaño que los de la mitad norte, y al igual que hemos argumentado en el sistema de transmisión y los molinos, vemos innecesario crear nuevos modelos macizos que resultarían incompletos a la vez que más irreales que los ya modelados en el ala sur.

6. Modelado de las canalizaciones de la planta primera (ala norte).

En este caso el modelado de las canalizaciones seguirá el mismo patrón que las canalizaciones de la mitad sur, con la salvedad de que en este caso estas no serán huecas. Es decir, la sección transversal no estará formada por dos cuadrados concéntricos, sino por un solo cuadrado, ya que se trata de reconstruir únicamente los volúmenes externos de los elementos. Por lo demás el proceso será igual al de la mitad sur, incluyendo el ajuste a los techos de la planta en espera de realizar las correspondientes perforaciones.

7. Modelado de las máquinas de la planta segunda:

En este caso, no vamos a desglosar por elementos el proceso de modelado, ya que este se ha realizado del mismo modo para toda la maquinaria de la segunda planta. Puesto que se trata de obtener una aproximación o bosquejo de los elementos de esta planta no complicaremos el proceso de modelado en exceso.

CREACIÓN DEL MODELO

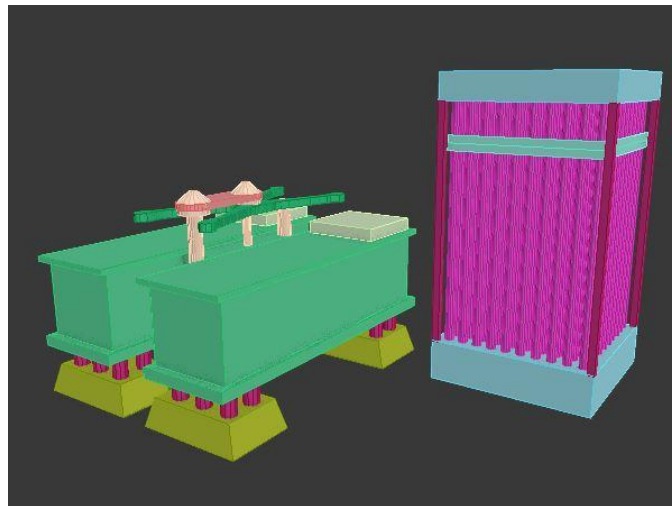


Fig. 165 - Modelado de un planisichter (izq.) y del recolector de mangas (dcha.).

Para el modelado de la distinta maquinaria se procurará emplear objetos primitivos y splines renderizables siempre que sea posible (cilindros, cajas, etc.). Por ejemplo, el recolector de mangas se modelará únicamente a partir de cajas y cilindros primitivos, ya que empleando únicamente estos elementos logramos representar el aspecto del mismo sin tener que recurrir a un modelado más complejo.

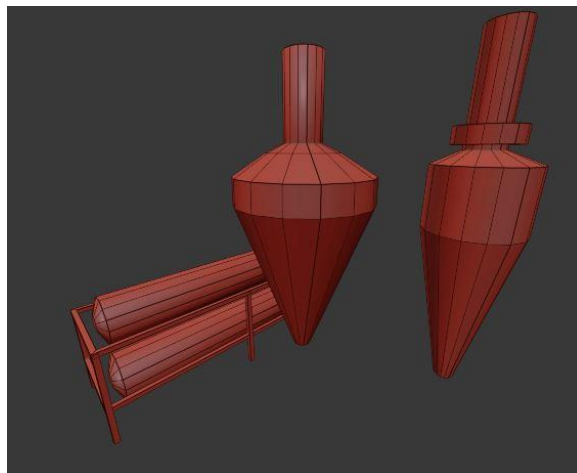


Fig. 166 - Modelado de dos ciclones en primer plano, y los triarvejones, al fondo.

Si es necesario, se convertirán aquellos que sean necesarios en objetos editable poly con el fin de lograr un modelado más acorde con los volúmenes que ocupa la maquinaria en la realidad y que además permita realizar una sencilla identificación del elemento situado en la posición que ocupa el bosquejo. Así pues, una vez modelado cada elemento se situará acorde con las canalizaciones de la planta inferior, de modo que la distribución sea coherente con las salidas de los distintos productos o desechos de las máquinas.

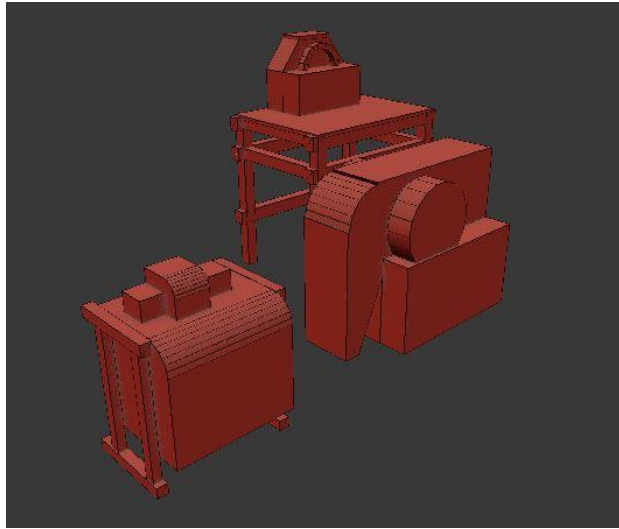


Fig. 167 - Modelado de la satinadora, en primer plano y la noria y la tarara al fondo.

8. Modelado de las máquinas de los almacenes:

En este caso, los elementos a modelar son únicamente tres, un ciclón, la procesadora de salvados y la tolva de empacado de salvados. El proceso se realizará igual que con las máquinas de la segunda planta, con la salvedad de que clonaremos uno de los ciclones modelados en la segunda planta y lo ajustaremos a las dimensiones del ciclón de los almacenes. Por lo demás se emplearán únicamente objetos primitivos, principalmente cilindros y cajas que situaremos en las posiciones que ocupan la distinta maquinaria en la realidad.

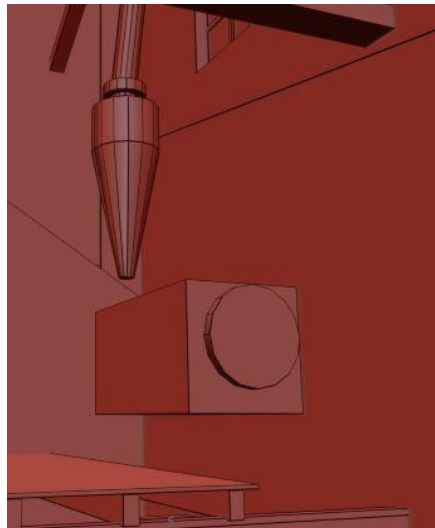


Fig. 168 - Vista de la procesadora de salvados y el ciclón del almacén sur.

9. Creación de correas y perforación de los suelos:

- **Correas:** Una vez modelada toda la maquinaria La creación de las correas se realizó en todas aquellas poleas que permaneciesen comunicadas entre sí, incluyendo aquellas de la primera planta que están comunicadas con la segunda planta, pero no poseerán una polea modelada (en este caso, sólo se modela el tramo de correa que corresponde a la

CREACIÓN DEL MODELO

planta primera). Para ello se crearon los trazados de las correas mediante objetos tipo spline, y la sección transversal de las mismas mediante un spline rectangular. Posteriormente se combinaron ambos splines en un objeto tipo loft, logrando así la proyección de la sección a lo largo del recorrido.

A continuación se ajusta la anchura y grosor de la misma a cada polea, de modo que quede perfectamente ajustada a la circunferencia exterior.

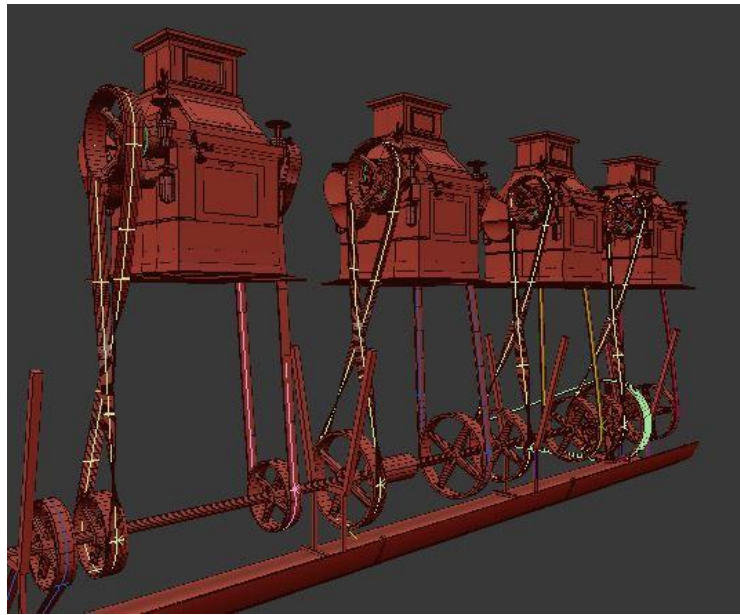


Fig. 169 - Vista del sistema de transmisión de la planta baja y los molinos unidos con las correas.

- **Perforación de los suelos y techos:** Tal y como se mencionó en el modelado de las canalizaciones de la planta primera, estas no surgen del techo de la planta, sino que este se encuentra perforado y permite ver el suelo de la planta segunda, siendo este de donde surgen los distintos tubos de canalización de la sémola. Del mismo modo, las correas que comunican las distintas poleas (como en el caso de los molinos) en muchos casos atraviesan los suelos y techos de la planta baja y primera. Por tanto no podemos dejar los suelos y techos intactos, y permitir que las correas atravesasen el suelo, sino que es necesario realizar las perforaciones correspondientes

Por tanto, una vez que están creadas todas las canalizaciones y todas las correas, optaremos por perforar los suelos y techos de las distintas plantas.

Para llevar a cabo la perforación, crearemos mediante splines extruidas, los volúmenes a extraer tanto de suelos como de techos, agruparemos todas ellas en un solo objeto por cada planta. Es decir, todos los volúmenes de las perforaciones del techo de la planta baja, y todas las perforaciones de los volúmenes del techo de la planta primera. Tras esto, tomaremos los elementos correspondientes a los suelos y techos, y los convertiremos en objetos boolean, de modo que podamos sustraerles los volúmenes correspondientes. A continuación iremos escogiendo los distintos volúmenes a extraer para cada uno de los objetos (techo de la planta baja, suelo de la planta primera y techo de la planta primera).

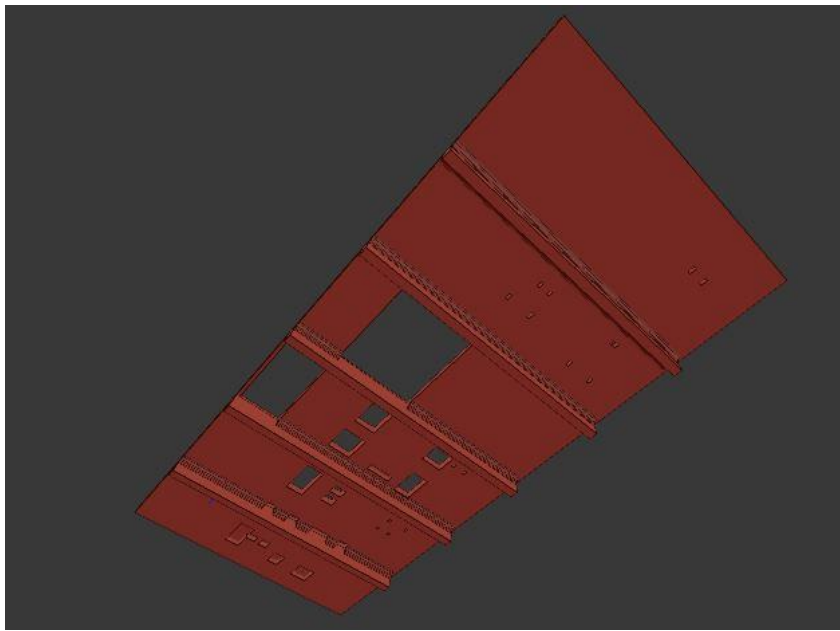


Fig. 170 - Vista de las perforaciones del techo de la planta primera.

No perforaremos el suelo de la planta segunda, ya que puesto que la reconstrucción es esquemática en esta planta, al no haber ninguna polea reconstruida en los elementos presentes, consideramos que la perforación del suelo resultaría extraña a la vista, ya que ninguna correa surgiría por estos huecos.

Es necesario además hacer una breve aclaración sobre dos conceptos como son las relaciones de paternidad y los tipos de clonado existentes, y que han sido empleados en el modelado de la infraestructura.

- **Relaciones de paternidad:** En 3ds max existe la posibilidad de hacer que un objeto sea “hijo” de otro, el cual será el objeto “padre”. Esta relación sirve de modo que si aplicamos alguna herramienta de transformación (escalado, rotación o desplazamiento) sobre el objeto padre, el o los objetos hijos (si es que tiene varios), estos sufrirán la misma transformación que el objeto padre. Asimismo todos los objetos “nietos” (es decir, hijos de los hijos), también la sufrirán y así sucesivamente. Sin embargo, si manipulamos un objeto hijo, el objeto padre no se verá afectado por las posibles transformaciones aplicadas.

Estas relaciones son útiles a la hora de crear animaciones, de modo que animando la posición o rotación de un objeto padre, todos los objetos hijos de este son animados “arrastrados” por el objeto padre.

Por tanto, crearemos todas las relaciones de paternidad necesarias que sean posibles, tales como las existentes en las distintas poleas del sistema de transmisión, en los molinos, ventanas, puertas, etc. De modo que sea mucho más sencillo manipular estos objetos en un futuro cuando se creen las animaciones.

- **Tipos de clonado:** Otra funcionalidad útil de 3ds Max son los distintos tipos de clonado. Nos referimos a clonado, cuando a partir de uno o varios objetos creamos una réplica exacta de este/estos. Existen tres tipos de clonado.
 - *Copia:* Cuando creamos una copia de un objeto, creamos un nuevo objeto exactamente igual así como completamente independiente del original.

CREACIÓN DEL MODELO

- *Instancia:* Cuando el clonado es de tipo instancia, crearemos un nuevo objeto exactamente igual que el original con el añadido de que si cambiamos cualquiera de sus parámetros, o aplicamos algún modificador, este se aplicará también sobre el objeto original y todas las otras copias que hayamos podido crear.
- *Referencia:* Un objeto tipo referencia, es igual que una instancia, con la salvedad de que se pueden aplicar transformaciones mediante el panel “modificadores”, en cuyo caso estas modificaciones únicamente se aplicarán sobre la instancia (o mejor dicho, referencia) que estamos manipulando.

En nuestro modelo, únicamente hemos empleado clones de tipo copia o instancia, pero nunca de tipo referencia. El empleo de uno u otro tipo se ha basado principalmente en el grado de independencia que debiese tener el “clon” creado. Por ejemplo, todos los molinos son copias de tipo instancia, ya que estos son iguales, y nos interesa que en el caso de modificar un elemento, se modifique en todos los molinos, pero no ha sido así por ejemplo a la hora de crear las tolvas de empacado, o las poleas de transmisión.

8.4.4 REVISIÓN

Tras completar el modelado, se procedió a llevar a cabo la revisión de los elementos creados. En primer lugar se realizó una revisión general de que estuviesen presentes todos los elementos planificados, de modo que no quedase ninguno sin modelar.

Una vez hecho esto, se revisó la correcta disposición de todos los elementos, es decir se comprobó que todos los elementos se encontraban correctamente alineados con el suelo (de modo que no quedasen flotando) y que las distancias entre ellos fuesen las correctas. Del mismo modo se comprobó que los elementos de las distintas plantas estaban situados acordes con las canalizaciones de entrada y salida, de modo que no faltase ninguna canalización de entrada o salida y ninguna quedase sin la correspondiente maquinaria asignada.

En cuanto a las canalizaciones, se revisaron y alinearon cuando fueron necesario las entradas y salidas de las canalizaciones con respecto a la maquinaria, y se comprobó que esta quedase correctamente alineada a los suelos y techos de las distintas plantas. Asimismo se realizó una revisión exhaustiva para evitar que los distintos tubos pudiesen atravesarse o solaparse entre sí. Esta tarea se realizó con especial cuidado en la primera planta donde la concentración de tuberías hace muy fácil que un solapamiento pase desapercibido, reajustando cuando fue necesario el trayecto de las canalizaciones para evitar este efecto.

Asimismo se revisó que las canalizaciones resultasen coherentes con las imágenes reales de la fábrica, de modo que estas transcurriesen tal y como lo hacen en la realidad, evitando trayectos forzados o irreales.

Por último se realizó una revisión general de todo el modelo para verificar que todos los elementos creados en las fases anteriores permanecían correctamente situados, sin que hubiesen desaparecido o cambiado de posición debido a cualquier error que pudiese haber pasado desapercibido.

8.5 TEXTURIZADO DE LA MAQUINARIA

8.5.1 DOCUMENTACIÓN

En esta última fase, la documentación fue bastante sencilla, ya que debido al material acumulado en las fases anteriores poseíamos una buena base fotográfica sobre la que trabajar. Si bien, se realizó una última visita a la fábrica para tomar nota de los materiales de los que están compuestos los distintos elementos, revisar la maquinaria y tomar nuevas fotografías complementarias e incluso limpiar algunos elementos como el interior de los molinos para poder determinar el aspecto y color de algunas piezas como es el caso de los cepillos de limpieza de los rodillos de trituración, entre otros elementos.

Tras este breve proceso de documentación se procedió a llevar a cabo la planificación del modelado.

8.5.2 PLANIFICACIÓN

El texturizado de la maquinaria conlleva un proceso similar al texturizado del edificio. Si bien en este caso el número de elementos a texturizar es mucho mayor, por tratarse de elementos formados por un mayor número de piezas. Para llevar a cabo el proceso, las tareas se dividieron del mismo modo que en la fase de modelado, con la salvedad de que no se dividió el proceso de texturizado de la planta primera en función del ala de esta (norte o sur) sino que al tratarse de un proceso similar, se planificó el texturizado de toda esta en una sola tarea.

En este caso, el texturizado de la maquinaria se realizará de forma realista en las plantas baja y primera y de forma orientativa mediante colores lisos en la planta segunda. Si bien en un principio estaba planificado que el ala norte de la planta primera y la planta segunda no conllevasen ningún tipo de texturizado, consideramos que para no romper la cohesión en el aspecto de la planta primera, se optará por texturizar los elementos modelados evitando así un efecto poco realista al combinar maquinaria texturizada y maquinaria “en blanco”. Del mismo modo con el fin de obtener una representación más cálida de la maquinaria de la planta segunda, se optará por texturizar mediante colores planos orientativos la maquinaria de la segunda planta, logrando así una mayor integración con el entorno y logrando un resultado mucho más agradable para el observador de las imágenes finales.

Se mantuvo el orden de trabajo desde la planta inferior hasta la planta superior en base al grado de detalle de la maquinaria a texturizar. Por tanto, se planificaron las siguientes tareas para el proceso de texturizado de la maquinaria:

1. Texturizado de la maquinaria de la planta baja. Se procederá a la creación de texturas y materiales de los diversos elementos de la maquinaria, como son las tolvas de empaque, los elevadores de cangilones y el sistema de transmisión, así como la báscula y las tolvas de residuos.

CREACIÓN DEL MODELO

2. Texturizado de las canalizaciones de la planta primera. Se texturizarán todas las tuberías de transmisión del grano y la sémola existentes, así como las de residuos y de ventilación presentes en la planta.
3. Texturizado de la maquinaria de la planta primera. Se procederá al texturizado de los molinos, silos y maquinaria de la fase de limpieza, así como el motor y el sistema de transmisión mediante poleas.
4. Texturizado de las canalizaciones de la planta primera: Al igual que en la planta baja, se texturizarán todas las canalizaciones dedicadas a transportar grano, sémola o residuos entre la maquinaria, así como aquellas destinadas a la ventilación del polvo de harina en suspensión.
5. Texturizado de la maquinaria de la planta segunda y almacén. Se crearán los materiales de los elementos presentes en la segunda planta y el almacén sur, los cuales estarán basados en colores planos RGB que imiten el color original de la maquinaria, pero sin utilizar texturas en formato imagen.

8.5.3 IMPLEMENTACIÓN

Al igual que el proceso de texturizado del edificio, el de la maquinaria es un proceso repetitivo que se debe aplicar de manera sistemática, el cual sería muy extenso para desglosarlo en la memoria. Puesto que ya explicamos anteriormente el proceso de texturizado de un elemento (ver los puntos 8.3.3.1 Conceptos y técnicas empleadas y 8.3.3.2 proceso de texturizado). No volveremos a detallar el proceso de texturizado de los elementos, puesto que se trata básicamente del mismo sistema que el empleado anteriormente. Así pues procedemos directamente a explicar las principales características del texturizado de los distintos elementos:

1. Texturizado de la maquinaria de las plantas baja y primera.

Si bien el texturizado de la maquinaria de estos dos espacios son dos tareas distintas y separadas en el tiempo el proceso de texturizado de ambas es similar, por lo que consideramos que es suficiente con explicar el proceso en su conjunto en un mismo punto.

El proceso de texturizado de la maquinaria, es similar al de cualquier otro elemento del modelo, es decir, se toma el elemento a texturizar y se aplica el diagrama de la figura 105 (Diagrama de flujo del proceso de texturizado de un objeto).



Fig. 171 - Tolvas de empacado texturizadas.

En el caso de la maquinaria, la mayoría de los objetos no están formados por un solo elemento, sino por múltiples piezas de distintos materiales y formas. Así pues el proceso consiste en tomar cada una de estas piezas y aplicar igualmente el proceso descrito en la figura 105.

En el caso de la maquinaria, para prácticamente todos los elementos se crearán mapas difusos, de relieve (*bump*) y de reflexión (*specular*). Así como mapas de opacidad para algunos casos como es el caso de las rejillas de protección, donde la rejilla se simulará mediante este tipo de mapas.

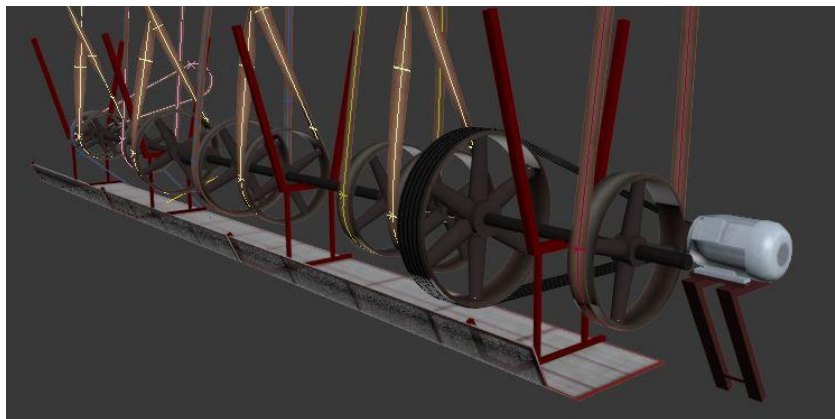


Fig. 172 - Vista del sistema de transmisión de la planta baja texturizado.

Consideramos innecesario explicar elemento por elemento el proceso de texturizado de cada uno de los objetos, por ser este un proceso repetitivo y se basaría en explicar una y otra vez la misma rutina. Por tanto omitiremos esta explicación, y procederemos a explicar únicamente el proceso de texturizado de un molino, por ser este el objeto más complejo de los que conforman la maquinaria de modo que sirva de ejemplo para comprender el proceso de texturizado del resto de la maquinaria de las plantas baja y primera.

- **Texturizado del molino:** Cada uno de los cuatro molinos es simétrico en los ejes X e Y, cada una de las submitades simétricas del molino está formado por 130 elementos en

CREACIÓN DEL MODELO

nuestro modelo. Al igual que se hizo en el proceso de modelado, explicaremos el texturizado de una de estas mitades.

En el caso del molino, por tratarse de un elemento complejo y con el fin de evitar crear una gran cantidad de texturas distintas (una para cada objeto). Optaremos por crear texturas generales las cuales podamos aplicar a diversos elementos, ahorrando así en el número de materiales a crear.

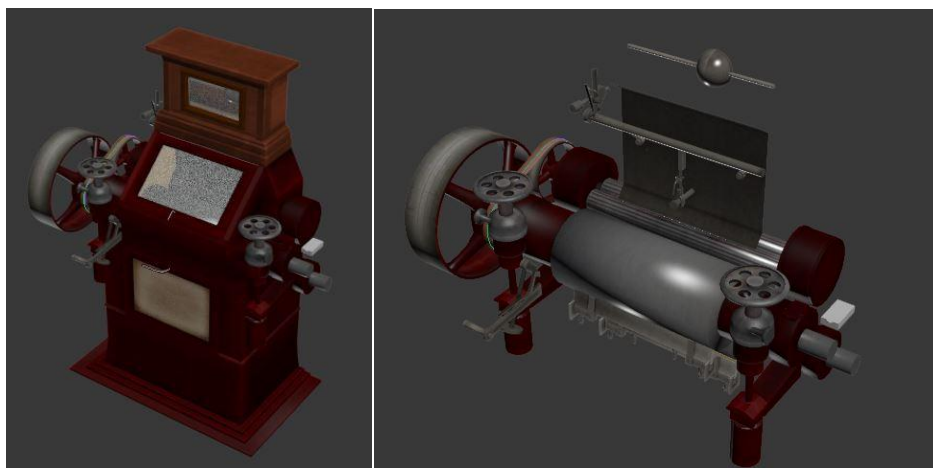


Fig. 173 - Vista de una submitad del molino texturizada (izq.) y de la maquinaria interna del molino (dcha.).

Así pues para ello, tomaremos los objetos a los que deseamos aplicar una misma textura y llevaremos a cabo su mapeado mediante el modificador Unwrap UVW. Este mapeado en lugar de ocupar toda la superficie de la textura, lo escalaremos de modo que tan sólo ocupe una parte de la superficie de la textura, de modo que los distintos mapeados sean proporcionales entre sí y no se solapen.

Tras esto, exportaremos los mapeados en formato .jpg y los combinaremos en una única imagen. De este modo, podremos editar la textura en su conjunto, y posteriormente crear un único material que se aplicará a todos los elementos mapeados.

Si bien, no todos los elementos que componen el molino pueden ser mapeados en una única textura sin que esta sea excesivamente grande (y por tanto más difícilmente procesada por el software). Por tanto, optaremos por crear 4 texturas comunes para los distintos elementos del molino, con la excepción de los rodillos, la polea y la correa, los cuales tendrán sus propias texturas independientes. De este modo, logramos que sólo sea necesario emplear 4 materiales para el texturizado de los cerca de 250 objetos que conforman el molino.



Fig. 174 - Ejemplo de Mapeado UV de diversos elementos (arriba) y su correspondiente textura (abajo).

Este mismo proceso se aplicó a los elevadores, las desatadoras, la deschinadora y la despuntadora. En el caso de los silos, al estar cada uno de ellos formado por un único objeto, no será necesario combinar mapeados.



Fig. 175 - Vista parcial de la maquinaria de la planta segunda texturizada.

Una vez texturizado la primera submitad del molino se optó por clonarla en los ejes X e Y para de este modo lograr un molino completo texturizado. Una vez hecho esto, se optó por clonarlo a su vez otras tres veces y situar estos clones en la posición de los molinos anteriores sin texturizar. De este modo, en lugar de tener que aplicar la textura a cada uno de los elementos de cada uno de los molinos, se agiliza el proceso, obteniendo cuatro molinos texturizados de forma mucho más rápida y eficiente. Se podría considerar que entonces el clonado de los molinos en la fase de modelado fue innecesario, sin embargo sí que fue necesario para poder situar correctamente las distintas canalizaciones, ya que sin los tener los modelos como referencia hubiera sido mucho más complejo el proceso de ajustes de las mismas, y probablemente hubiese desembocado en errores de coherencia.



Fig. 176 - Molino completo texturizado.

2. Texturizado de las canalizaciones.

Al igual que ocurre en el punto anterior, el texturizado de las canalizaciones está dividido en dos tareas distintas (una para cada planta) y separadas en el tiempo. Si bien, al igual que en el caso de la maquinaria esto tiende a cuestiones de organización, pero

CREACIÓN DEL MODELO

no por el tipo de proceso a emplear. Por tanto, explicaremos el texturizado de las canalizaciones en un único punto ya que el proceso es similar para el de ambas tareas.

El texturizado de las canalizaciones conlleva un proceso distinto al descrito hasta ahora. El texturizado de un objeto tipo loft, puede realizarse mediante el proceso habitual mediante el uso del modificador Unwrap UVW, sin embargo, al ser estos objetos generalmente con formas complejas y difíciles de proyectar sobre una superficie, entre sus propiedades existe una opción de mapeado automático en base a los vectores normales de la superficie del objeto. De este modo, dado un mapa difuso el cual se aplique mediante un material al objeto, este “envolverá” al mismo de manera uniforme, coincidiendo los extremos superior e inferior de la textura, con el comienzo y final del objeto loft. Si bien esto se puede configurar de modo que la textura se repita múltiples veces a lo largo del objeto, lo cual evita que si la textura no es suficientemente grande, aparezca estirada produciendo un efecto irreal en la apariencia del objeto.

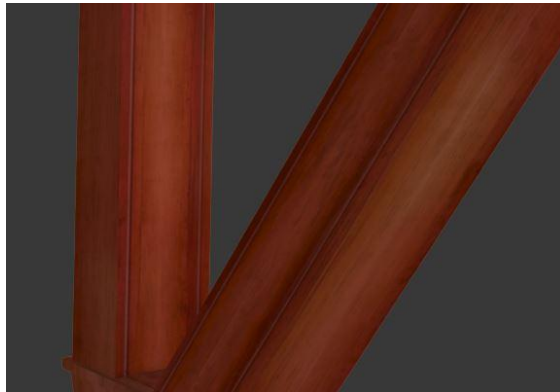


Fig. 177 - Detalle del texturizado de las canalizaciones.

Puesto que esta técnica facilita enormemente el texturizado de los objetos, evitándonos la generación de mapeados “manuales” para cada uno de los tubos de la fábrica, optaremos por emplearla. Para ello en el menú de edición del objeto *loft*, deberemos entrar en el submenú “Mapping” y configurar los siguientes parámetros:

- **Apply Mapping:** Activaremos esta opción para que el mapeado del objeto sea efectivo.
- **Length repeat:** Deberemos ajustar el valor de este campo en función del número de veces que deseamos que se repita nuestra textura a lo largo de nuestro objeto loft.
- **Width Repeat:** Al igual que en el caso anterior, deberemos ajustar el valor de este parámetro en función del número de veces que deberá repetirse la textura en la anchura de nuestro objeto. Mantendremos el valor por defecto en 1, ya que nuestra textura está configurada de modo que no sea necesario llevar a cabo repeticiones horizontales de la textura, puesto que la anchura de todos los tubos es fija.
- **Normalize:** Activaremos esta opción de modo que la textura se aplique en base al vector normal de la superficie de cada una de las caras.



Fig. 178 - Vista del texturizado de las canalizaciones de los molinos de la planta primera.

Existe una gran cantidad de canalizaciones en las plantas baja y primera. Si a todas estas canalizaciones les aplicamos la misma textura, esto producirá un efecto irreal ya que toda la madera poseerá el mismo aspecto, y esto no ocurre nunca en la realidad. Por tanto, al igual que hicimos con los escalones de madera en el texturizado del edificio, crearemos diversas texturas de madera similares, si bien no iguales. De este modo podremos crear el mismo número de materiales diferentes, tras esto, aplicaremos estos materiales a las distintas canalizaciones procurando que nunca dos de estos materiales sean aplicados a canalizaciones contiguas, de modo que no se aprecie ese efecto de repetición irreal que estropearía nuestra escena.

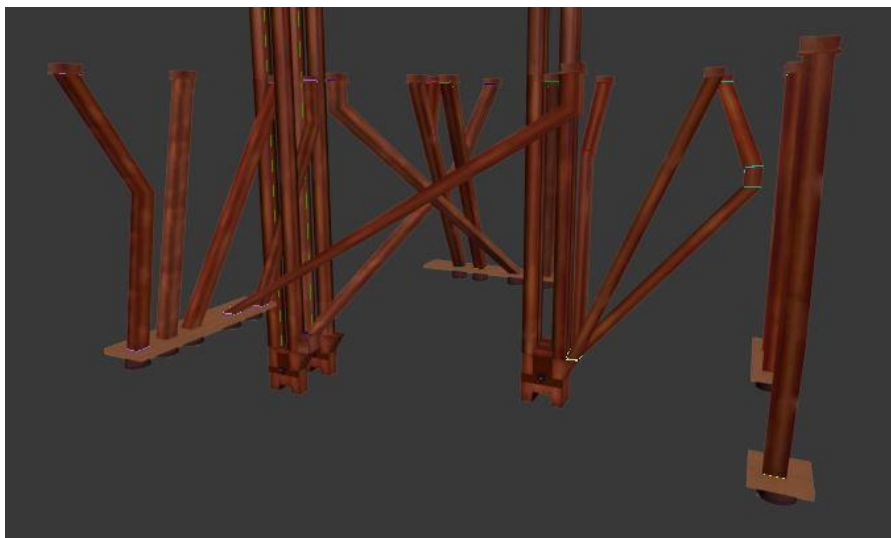


Fig. 179 - Vista del texturizado del ala norte de la planta baja.

3. Texturizado de la maquinaria de la planta segunda y almacén.

Al igual que ocurre en el texturizado de la maquinaria de las plantas baja y primera o de las canalizaciones, el texturizado de la maquinaria de la planta segunda y almacén,

CREACIÓN DEL MODELO

también está separado en dos tareas, si bien procedemos a explicarlo en un único punto por tratarse de un proceso exactamente igual en ambos espacios.

En este caso, el texturizado no se realizará mediante texturas en formato jpg, sino únicamente mediante materiales. La idea inicial era mantener este espacio sin aplicar ningún tipo de materiales, pero consideramos que si aplicamos unos ciertos materiales orientativos a los elementos, estos se integrarán mejor en la escena y permitirán al observador hacerse una mejor idea de la maquinaria aquí presente. Esto unido al modelado algo más detallado (en lugar de objetos primitivos) del espacio, logra que pese a que la reconstrucción de la segunda planta y el almacén sólo sea parcial, podamos obtener una escena más cercana a la realidad que nos permita con mayor facilidad comprender la distribución de los elementos en la misma.

Así pues, los materiales a emplear para cada objeto poseerán todos ellos las siguientes características:

- No se emplearán mapas, ni difusos, ni de relieve, ni de reflexión.
- Únicamente poseerán un color difuso, el cual deberá aproximarse en la medida de lo posible al color original del objeto al que se aplique el material.
- Serán materiales mate, no poseerán ningún tipo de brillo ni índice de reflexión.

Además, se tratará de limitar el número de materiales a emplear, evitando crear materiales duplicados o muy parecidos. Es decir, si el tono de madera de dos elementos no es completamente igual, pero sí parecido, se empleará el mismo material para ambos con el fin de evitar tener un gran número de materiales con distintos colores muy similares, facilitando así su organización y manejo.

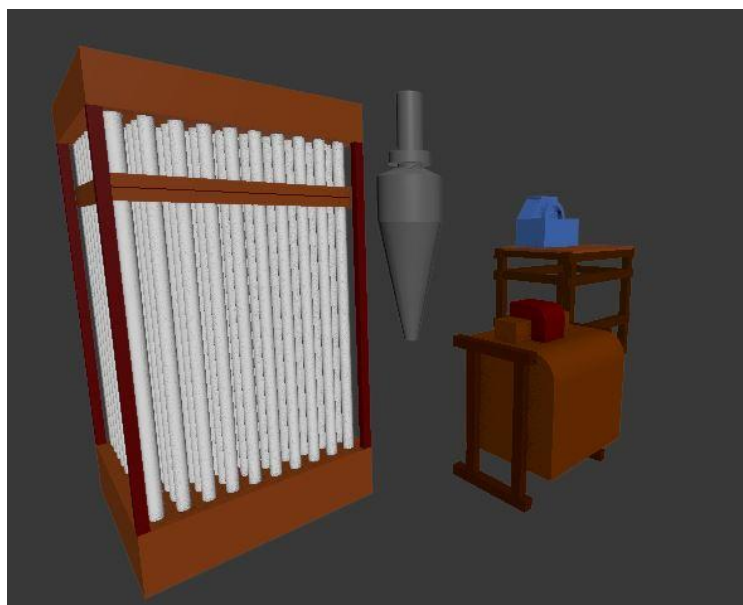


Fig. 180 - Aspecto de la maquinaria de la planta segunda una vez aplicados los materiales.

Al no trabajarse con mapas no es necesario llevar a cabo el mapeado de los objetos, por lo que el material es aplicado directamente sobre los distintos elementos. Por tanto, el

CREACIÓN DEL MODELO

proceso de texturizado de estos elementos es mucho más sencillo que en los casos anteriores, ya que únicamente consistirá en tomar cada uno de los objetos y aplicar el material correspondiente si es que este existe, o bien crear el material y aplicarlo si no existía previamente.



Fig. 181 - Vista de los planischters y el sator de la planta segunda una vez aplicados los materiales.

8.5.4 REVISIÓN

Tras llevar a cabo el proceso de texturizado de la maquinaria, es el momento de realizar la última de las revisiones que llevaremos a cabo en nuestro modelo. Por tanto esta deberá ser la más exhaustiva de todas las realizadas hasta ahora. Puesto que tras esta, no se volverá a editar el modelo, deberemos procurar dejar el modelo de forma óptima con el fin de facilitar el trabajo a quien deba o quiera hacer uso del modelo en un futuro.

Revisión de fases anteriores: Se verificó cuidadosamente que todo el trabajo de las fases anteriores permaneciese correcto y sin cambios. Es decir, se revisó la correcta disposición de los elementos del edificio, la configuración de la iluminación mantuviese los parámetros y se mantuviese la correcta disposición de los portales de luz. Asimismo se verificó una vez más que todos los elementos de la maquinaria se encontraban presentes y no hubiese ningún tipo de solapamiento en las canalizaciones que se pudiese haber pasado por alto en las fases anteriores.

Para verificar la correcta iluminación y texturizado de la escena, se generaron diversos renders de baja resolución de los distintos espacios de las escenas, con el fin de verificar que no existían errores en estos aspectos. Si bien los errores de texturizado podrían haberse verificado en el propio visor del programa, la gran cantidad de elementos que debía procesar el software y la limitación del equipo disponible, hacia esta tarea imposible debido a la ralentización extrema que sufría el equipo.

Por tanto se generaron diversos renders que nos permitiesen verificar que el aspecto de la escena es correcto y no existiesen elementos extraños. Los pocos errores que se detectaron, fueron corregidos, siendo estos principalmente posiciones incorrectas de objetos que se habían desplazado de su objeto original así como asignación de texturas incorrectas en algunos elementos, probablemente ocurridas a causa de una incorrecta selección de los objetos sobre los que debía aplicarse la textura. A continuación mostramos algunos ejemplos:



Fig. 182 – Ejemplos de errores detectados y corregidos durante la fase de revisión.

Tras verificar que todo se encontraba correctamente en la escena, se procedió a dejar el modelo en condiciones óptimas para su manejo en el futuro.

Eliminación de elementos innecesarios: Se borraron todos aquellos objetos que hubiesen servido como guía o que fuesen innecesarios. Los principales elementos a borrar, fueron las *splines* que servían de guía para la creación de los objetos *loft*, los cuales son creados aparte de las *splines* que hacen de “camino” y “silueta”, por tanto, estas *splines* fueron eliminadas para evitar la presencia de elementos innecesarios en el modelo. Asimismo, entre otros, se borraron planos empleados en el modelado de diversos elementos, como el caso de los empleados para el modelado de los balaustres del encabezado o de la escalera.

Creación de grupos de objetos para facilitar su manejo en un futuro: Para facilitar el manejo del modelo de cara al futuro y debido al abultado número de elementos que componen el modelo (más de 7000 objetos), optaremos por agrupar los distintos objetos de modo que los conjuntos relacionados entre sí sean más fácil de aislar y manejar. Para ello se hará uso de la herramienta *group* (grupo) la cual permite agrupar un conjunto de objetos de modo que al hacer click sobre cualquiera de estos, se seleccione el conjunto completo. De este modo, seleccionar elementos independientes de la maquinaria será más sencillo. Además se dotará a estos grupos un nombre descriptivo, de modo que puedan ser fácilmente identificables en el listado de objetos del menú de selección.

CREACIÓN DEL MODELO

La nomenclatura de los objetos será la siguiente:

ElementoÍndice_ElementoSuperior*_Espacio_Conjunto

- **Elemento:** Será el nombre del elemento que compone el conjunto.
- **Índice:** En el caso de que existan varios elementos iguales en el mismo espacio, este índice identificará mediante un número de tres dígitos el elemento al que hace referencia.
- **ElementoSuperior:** Es el nombre del campo elemento del conjunto superior que lo engloba, si es que este existe. Es un campo opcional (puede no existir), además puede tener varios niveles de profundidad en el caso de que el objeto pertenezca a un elemento superior que a la vez esté englobado en otro mayor, y así sucesivamente.
- **EspacioFábrica:** Indica el espacio de la fábrica en el que se encuentra el elemento (Pbaja, Pprimera, etc.). Es un campo opcional, ya que por ejemplo los elementos del patio, no tienen diferentes espacio
- **Conjunto:** Indica el conjunto dentro del modelo al que pertenece (Fábrica, Almacenes, etc.).

Por ejemplo la puerta principal de la fábrica, situada en la planta baja estará formada por el grupo “PuertaAcceso_Pbaja_Fábrica”, el cual a su vez contiene a los subgrupos “Hojalzquierda_PuertaAcceso_Pbaja_Fábrica”, “HojaDerecha_PuertaAcceso_Pbaja_Fábrica”, “ArcoSuperior_PuertaAcceso_Pbaja_Fábrica”.

9 DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

Una vez completo nuestro modelo, hemos completado uno de los objetivos de nuestro proyecto que era crear un modelo virtual que sirviese como testigo en el tiempo de la estructura y distribución de la fábrica. Sin embargo, otro de nuestros objetivos era la creación de material gráfico que permitiese al espectador comprender e imaginarse la fábrica en los años en que esta se encontraba en funcionamiento. Por tanto es el momento de definir cuáles serán estos materiales gráficos a generar.

9.1 IMÁGENES ESTÁTICAS

En primer lugar, optamos por crear imágenes estáticas por ser estas las más comunes y versátiles, ya que pueden mostrarse en todos los soportes. Son sencillas de generar y permiten mostrar las instalaciones de forma clara.

Por tanto, generaremos diversas imágenes estáticas que muestren los distintos espacios de la infraestructura, realizando mayor hincapié en las tres plantas de la fábrica.

Optamos por crear un total de 20 imágenes, las cuales consideramos son suficientes para mostrar la instalación en prácticamente su totalidad y que estarán distribuidas de la siguiente forma:

- 5 imágenes de la planta baja.
- 5 imágenes de la planta primera
- 3 imágenes de la planta segunda.
- 5 imágenes de los exteriores (incluyendo una imagen de la azotea).
- 2 imágenes de los almacenes.

Para la creación de estas imágenes será necesario llevar a cabo la creación de una serie de cámaras virtuales a partir de las cuales posteriormente se generarán las imágenes finales.

La creación de las cámaras es una labor sencilla, ya que únicamente requiere que encuadremos el visor 3D del 3ds Max encuadrando la imagen que deseamos que tome nuestra cámara. A continuación se pulsa la combinación de teclas Ctrl + C y habremos creado una cámara que enfoca a la escena escogida. Existen diferentes parámetros y aberturas de lente ajustables las cuales configuraremos si es necesario para adecuar la cámara a la escena que deseamos tomar. También existen diferentes parámetros ajustables como la profundidad de campo o los límites de distancia a renderizar los cuales no ajustaremos por no ser necesario para nuestro fin, dejando sus valores tal cual vienen por defecto.

En los siguientes planos se puede apreciar la distribución de las cámaras para cada uno de los espacios:

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

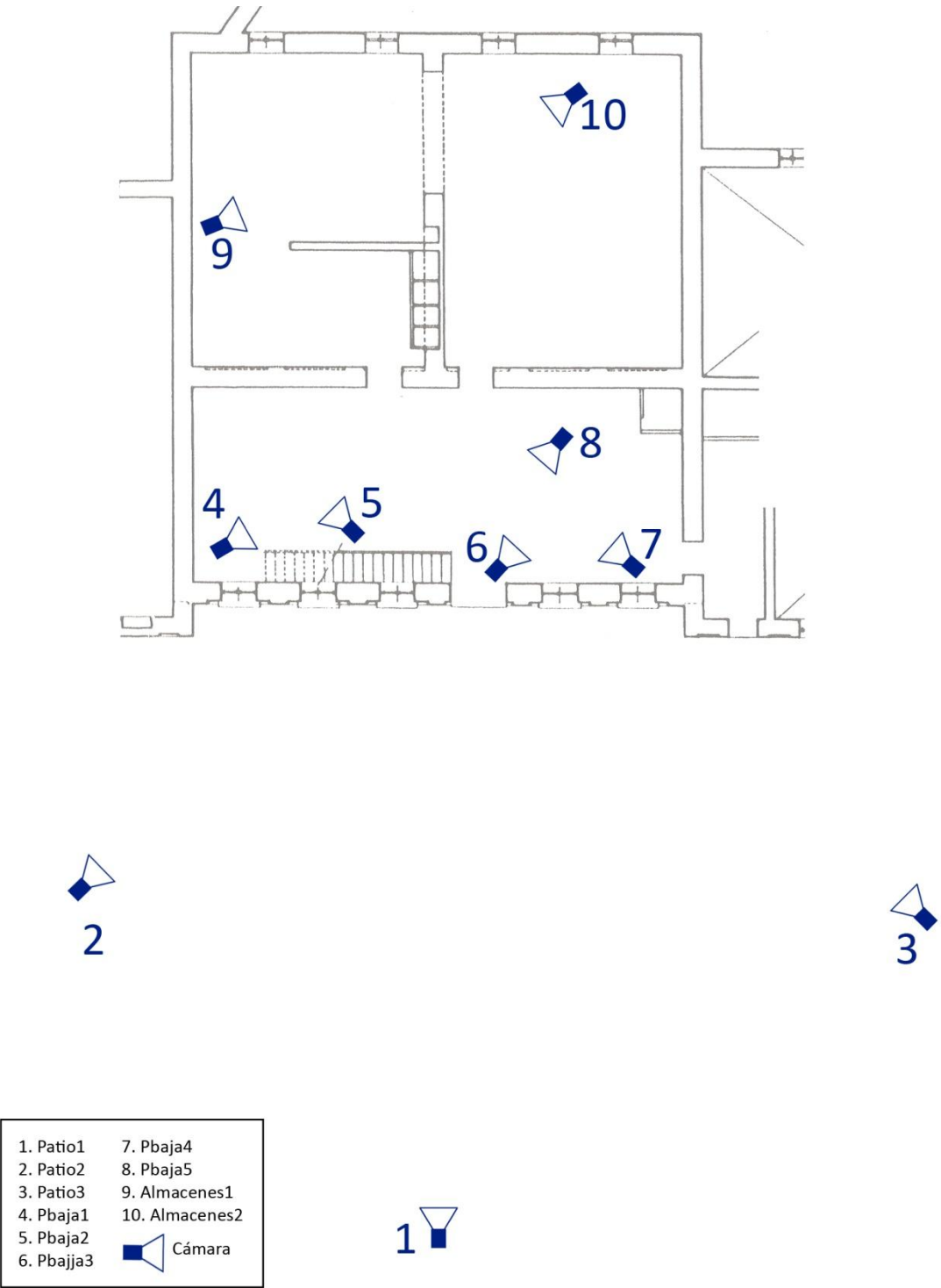


Fig. 183 - Distribución de cámaras en la planta baja, almacenes y patio.

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

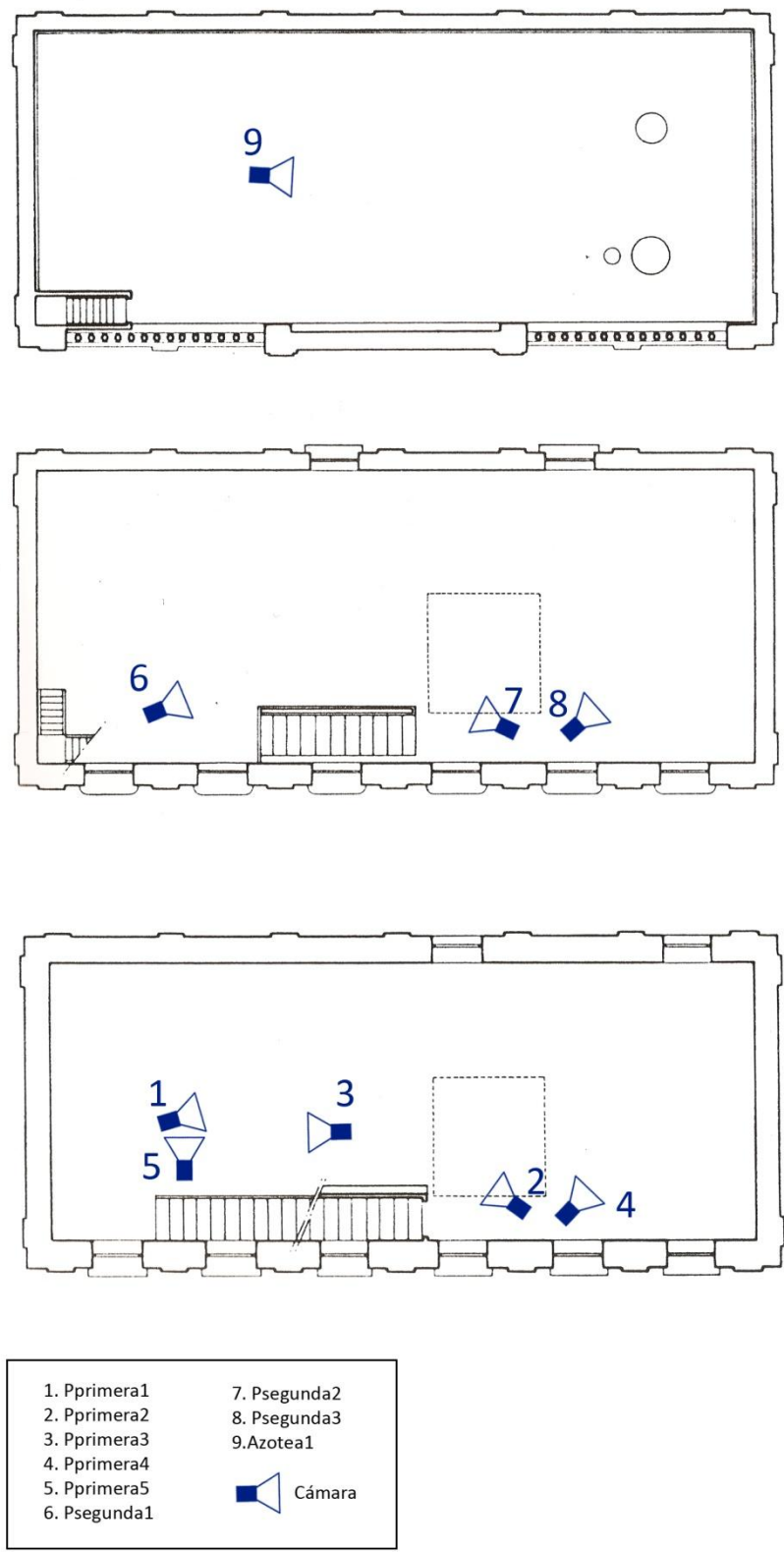


Fig. 184 - Distribución de las cámaras en la azotea (arriba), planta segunda (centro) y planta primera (abajo).

9.2 IMÁGENES 360

Puesto que nuestro objetivo es tratar de lograr en el espectador una mayor comprensión de la fábrica y sus instalaciones, consideramos que la creación de imágenes panorámicas que permitan al espectador contemplar la fábrica como si se encontrase en el interior de la misma facilita mucho el entendimiento de esta ya que permite contemplar los distintos espacios en su totalidad al contrario que las imágenes estáticas.

Por otra parte, resulta un sistema de visualización más dinámico e interactivo, pudiendo incluso crear visitas virtuales en distintas plataformas (web, aplicaciones móviles, etc.) que permitan contemplar la totalidad de la fábrica a través de este tipo de imágenes.

Por ello, decidimos crear un conjunto de imágenes panorámicas de 360° que permitan contemplar los distintos espacios de la fábrica como si estuviésemos situados en el interior de los mismos.

Crearemos por tanto las siguientes imágenes:

- **1 imagen del patio:** Centrada delante de la fachada y próxima a la entrada a la fábrica.
- **3 imágenes de la planta baja:** Una en el tercio sur, otra en el tercio central y una tercera en el tercio norte.
- **3 imágenes de la planta primera:** Con la misma distribución que en la planta baja (sur, centro y norte).
- **3 imágenes de la planta segunda:** Con la misma distribución que en las plantas inferiores.
- **1 imagen de la azotea:** Centrada en la misma, ya que no hay demasiados elementos en este espacio, consideramos que una imagen es más que suficiente para observar la misma.
- **3 imágenes de los almacenes:** Una del almacén norte, otra del almacén sur en su mitad oeste y otra del almacén sur en la mitad este, donde se encuentran la procesadora de salvados y el muestrario.

Con esta distribución quedarían completamente cubiertos todos los espacios y permitirían al usuario hacerse una clara idea de la situación de los diversos elementos y las conexiones existentes entre ellos.

Para la creación de las mismas será necesario crear diversas cámaras cuyo cuerpo se encuentre en la posición donde se situaría el espectador y que apunten al centro de nuestra imagen 360 y Si bien la dirección en la que apunten no tiene demasiada relevancia ya que al visualizarlas en un visor la imagen no tendrá “centro”. Por pragmatismo procuraremos que las cámaras apunten a una dirección relevante que facilite su identificación al abrirlas en un visor plano.

Tras crear las cámaras, haremos uso del plugin “Panorama exporter” incluido en 3ds Max el cual nos permitirá generar las imágenes panorámicas de forma sencilla y que explicaremos en el apartado 10. Generación de imágenes finales.

9.3 IMÁGENES ANAGLÍFICAS

Las imágenes anaglíficas o anáglifos son imágenes capaces de producir un efecto de profundidad en tres dimensiones al ser observadas con unas gafas diseñadas para tal propósito. Esto se produce debido a la superposición de dos imágenes estereoscópicas que son filtradas mediante las lentes de las gafas mostrando una imagen diferente a cada ojo.

Para crear una imagen anaglífica es necesario capturar dos imágenes cuyo punto de vista estén separadas entre sí la distancia existente entre los ojos (unos 5-7cm). Tradicionalmente estas han sido fotografías tomadas empleando filtros de color. Sin embargo actualmente es posible recrear este efecto digitalmente mediante la edición de los canales de color RGB de las fotografías o imágenes generadas.

A continuación se superponen ambas imágenes de modo que al ser visualizadas a través de unas gafas que posean los mismos filtros en las lentes producen un efecto estereoscópico similar al de nuestra vista en el mundo real, por lo que se puede apreciar profundidad en la imagen observada.

Consideramos pues que las imágenes anaglíficas son una propuesta muy interesante para hacer que el usuario se sienta en el interior de la fábrica. Además el auge de la tecnología 3D hace que el público se interese por este tipo de imágenes. La ventaja que tiene la creación de anáglifos mediante un modelo en 3D es que no requiere la toma de imágenes mediante cámaras estereoscópicas, sino que, puesto que las imágenes se obtienen a través de cámaras virtuales, el proceso de creación es mucho más sencillo y automático.

Crearemos por tanto algunas imágenes anaglíficas de la instalación como muestra de las posibilidades que esta técnica ofrece. Optaremos por reutilizar las cámaras empleadas para generar imágenes estáticas escogiendo dos de cada planta de la fábrica, así como dos del patio. Consideramos que es un número suficiente de imágenes para poder apreciar las posibilidades de esta técnica a la vez que sirven de material gráfico del proyecto.

Para la generación de las mismas será necesario emplear el plugin “Render 3d”, el cual es gratuito y está disponible online en la web <http://www.thedour.net/>.

La configuración del mismo es muy sencilla, ya que únicamente es necesario seleccionar la cámara desde la cual deseamos que se genere nuestras imágenes anaglíficas e indicar la distancia interocular que deseamos, por último se escogerá el tipo de imagen resultante que deseamos entre las opciones “código de color 3D”, rojo-cyan, verde-magenta, polarizada, par estereográfico o izquierda-derecha (esto es, crear dos imágenes independientes, una para cada ojo).

9.4 ANIMACIONES

Entre el material gráfico propuesto, se encuentra también la creación de animaciones que muestren el modelo y su contenido. Así pues decidimos la creación de dos tipos de animaciones. En primer lugar, pequeñas animaciones que muestren el funcionamiento de parte de la maquinaria de la instalación. En segundo lugar, crearemos imágenes animadas que muestren la

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

instalación desde distintos puntos de vista generando un pequeño showreel o video de demostración donde se combinen breves planos de distintos puntos del modelo.

9.4.1 ANIMACIONES DE LA MAQUINARIA

Realizaremos dos animaciones de la maquinaria que permitan comprender fácilmente el funcionamiento interno de esta. Nos centraremos principalmente en los dos elementos que han sido reconstruidos internamente con mayor complejidad que son los elevadores y los molinos.

1. Animación de los elevadores.

En esta animación mostraremos el mecanismo interno de la base de los elevadores, en el cual se aprecie la entrada de la sémola/harina al elevador, la recogida de esta por parte de los cangilones y posteriormente el sentido de la evacuación del polvo en suspensión.

La animación tendrá una duración de 25 segundos, lo cual considerando que cada segundo posee 25 *frames* (cuadros), serán necesarios un total de 625 cuadros en total.

La entrada de la sémola la simbolizaremos mediante una serie de esferas amarillas que descenderán por el conducto de alimentación hasta la base del elevador, donde serán recogidas por los elevadores y ascenderán por los tubos de ascenso.

La evacuación del polvo lo simbolizaremos mediante una flecha verde que se desplazará desde la base del elevador, ascendiendo por el tubo de alimentación y desviándose posteriormente por el tubo de ventilación.

En primer lugar, para facilitar el trabajo de creación de la animación, procederemos a crear un nuevo archivo .max denominado “animación_elevador.max” el cual sólo contenga los elementos del modelo en los cuales basaremos nuestra animación. Estos serán una pareja de elevadores, incluyendo las canalizaciones de alimentación, ventilación y los tubos por los que discurren los cangilones elevadores de la planta baja.

Para crear las animaciones haremos uso de el botón “auto key” el cual permite indicar las posiciones inicial y final (y si es necesario intermedias) de un elemento, y calcula de forma automática los frames o cuadros intermedios situados entre ambos, creando la animación de forma automática.

- **Creación de elementos auxiliares:** Para nuestra animación, aparte de los objetos del propio modelo original, es necesario crear diversos objetos auxiliares que faciliten la comprensión de la misma.

En primer lugar crearemos una esfera con un radio algo menor que el diámetro interior del tubo de alimentación del elevador. Esta esfera simulará la sémola que desciende por el tubo.

A continuación crearemos un objeto tipo *spline* cuyo trazado coincida con el recorrido de la esfera en la animación, desde su descenso por el tubo hasta su ascenso por los cangilones.

Tras esto asociaremos la esfera a dicha *spline* asignando el controlador de posición *path constraint* (restricción de recorrido) en el menú *motion* (movimiento). De este modo el

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

único desplazamiento que puede efectuar la esfera es siguiendo el trazado definido por el objeto *spline*.

Aplicaremos un material Arch & Design a esta esfera con un color difuso amarillo pálido con un índice 0 de reflexión de la luz para obtener un aspecto mate.

Por último, clonaremos dicha esfera 4 veces para simular el flujo continuo de sémola.

Deberemos crear también el elemento que haga las veces de la flecha que indica la evacuación del polvo. Para ello crearemos un objeto tipo *plane* con 10 segmentos que dividan su longitud. La anchura será menor que los tubos de alimentación y ventilación para que fluya por el interior de estos. A continuación trazaremos el recorrido de la misma por el interior de los tubos mediante un objeto *spline*. Tras esto, aplicaremos al objeto el modificador *path deform* (deformación de recorrido) que produce un efecto similar a *path constraint* pero permitiendo la deformación del objeto a lo largo del recorrido, lo que permitirá que la flecha se doble en las curvas adaptándose al recorrido.

Una vez hecho esto, mediante un material Arch & Design aplicaremos una textura a este plano cuya imagen difusa represente una flecha verde sobre un fondo blanco. Aplicaremos también un mapa de opacidad de modo que el fondo blanco resulte transparente en los renders finales y cambiaremos el índice de refracción a un valor de 1, para que no se produzca deformación por refracción en la imagen.

Por último será necesario crear una cámara que muestre nuestra animación. Para ello crearemos una cámara de modo que muestre la imagen inicial de nuestra animación, posteriormente la animaremos para que muestre en mayor detalle el recorrido de los elementos.

- **Animación de la geometría:** Los elementos a animar serán, la polea inferior del elevador (con su respectivo eje), los cangilones, las esferas de sémola y la flecha verde que indica el sentido de la evacuación del polvo.
 - *Cangilones:* La animación de los cangilones, debido al proceso de creación de los mismos, ya está realizada de antemano. Por lo que no será necesario realizar ningún tipo de animación adicional, tan sólo comprobar que estos se desplazan a una velocidad adecuada por la cinta.
 - *Polea:* Debido a las relaciones de paternidad creadas en el proceso de modelado de la maquinaria, únicamente deberemos animar el eje central, lo cual hará que el resto de elementos hijos realicen un movimiento en base al del padre. Debemos buscar un valor de rotación que concuerde con el desplazamiento de los cangilones. Este valor es de 16 vueltas a lo largo de toda la animación, o lo que es lo mismo 5760 grados que es el valor que deberemos asignar.
 - *Esferas de sémola:* Deberemos ajustar los frames de modo que estas se desplacen de forma distanciada entre sí, y que perfectamente encajen con el desplazamiento de los cangilones al llegar a la base del elevador.
 - *Flecha:* Deseamos que esta únicamente se muestre al final de la animación, y que una vez las esferas han subido la flecha surja de la parte inferior del elevador y ascienda por los tubos de alimentación y ventilación. Para ello debemos ajustar su posición a lo largo del camino mediante el parámetro *percent* (porcentaje) variándolo de 0 a 100. Lo ajustaremos para que comience su desplazamiento a partir del fin de la animación de las esferas. También deberemos ajustar su tamaño para lo cual variaremos el valor del parámetro

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

stretch (estirar) del modificador *path deform* de 0 a 1 al comienzo y mediado del recorrido, a partir del cual se mantendrá en su longitud completa.

- **Animación de las texturas:** Únicamente será necesario animar la textura de la cinta de los cangilones. De este modo en lugar de animar toda la geometría, bastará con animar la textura aplicada. De este modo obtendremos un efecto de desplazamiento de la misma a lo largo de todo el recorrido. Para ello animaremos el parámetro *offset* (desplazamiento) en el eje V de la textura del mapa difuso con un valor de 10.
- **Animación de la cámara:** Por último deberemos animar la cámara la cual seguirá un recorrido inicial siguiendo a la sémola desde su bajada hasta la base del cangilón. A continuación mostrará el ascenso de la misma por los tubos posteriores tras lo cual, para finalizar, volverá a la parte frontal del elevador para mostrar la aparición y ascenso de la flecha verde por el tubo de ventilación. Para ello haremos uso de las herramientas de desplazamiento y rotación de la cámara y del botón *auto key* para indicar los cuadros clave que servirán de referencia a la animación.

2. Animación del molino.

En este caso, la animación se centrará en mostrar cómo se transmite la energía motriz desde el motor de la planta baja hasta los molinos de la primera planta, para a continuación mostrar el flujo de molido de estos. Este flujo se indicará mediante una flecha que recorrerá el interior del molino indicando el flujo de la sémola a través de él. Se emplearán tres tomas para ello, una que muestre la transmisión desde el motor hasta el molino, otra que muestre el flujo de la sémola a través del molino y una última que muestra el sistema de puertas empleado para la supervisión de la molturación. La animación de los elementos en total tendrá una duración de 30 segundos por lo que será necesario crear un espacio de trabajo de 750 frames.

Para simplificar la animación únicamente mostraremos el funcionamiento de un molino, ya que este es extrapolable a todos los demás. Deberemos por tanto aislar en un primer momento la maquinaria que deseamos mostrar en la animación y crear un nuevo archivo .max denominado “animación_molino.max”.

- **Creación de elementos auxiliares:** En este caso únicamente será necesario crear la flecha que muestre el flujo de la sémola y las cámaras que muestren la animación. La creación de la flecha conlleva un proceso igual al realizado en la animación del elevador. Crearemos en primer lugar el plano y posteriormente mediante un *spline* definiremos el recorrido que debe realizar, por último aplicaremos el modificador *path deform* para asociar ambos elementos. En la creación de las cámaras también se empleará un criterio similar al de la animación del elevador. Se crearán las tres cámaras mostrando la imagen inicial de cada animación, una mostrará el conjunto del motor-eje de transmisión-molino, la segunda estará centrada el conducto de alimentación del molino y por último la tercera poseerá una vista centrada del molino.
- **Animación de la geometría:** En este caso los elementos a animar son más que en el caso del elevador, procedemos a explicar la animación de cada uno de ellos.
 - **Motor:** Deberemos rotar la polea del motor. Aunque la velocidad del motor sería de varios miles de vueltas de revoluciones por minuto, realizaremos la animación a cámara lenta de modo que se pueda apreciar el movimiento de rotación de la distinta

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

maquinaria. Por tanto, optaremos por rotar la polea el motor 20 vueltas a lo largo de la animación (7200 grados).

- *Eje de transmisión:* El eje de transmisión rotará en función de las vueltas que efectúe la rueda motriz unida al motor mediante correas. Y esta a su vez dependerá del número de vueltas de la polea del motor. Puesto que la relación de velocidad depende directamente del diámetro de ambas poleas, deberemos obtener este factor dividiendo el diámetro de la polea conducida entre el diámetro de la polea conductora, el cual en nuestro caso es 5 (1m dividido entre 0,20m). Por tanto, deberemos rotar la rueda motriz 5 veces más despacio que la polea del motor, por lo que tendremos que realizar una rotación de 4 vueltas (1440 grados) en el mismo sentido de rotación que la polea del motor. Esta rotación, debido a las relaciones de parentesco hará rotar todo el eje motriz en su longitud así como las poleas asociadas a este, lo cual facilita en gran medida la animación.
- *Puertas de control:* Animaremos estas de modo que se abran al final de la animación. De modo que se comprenda la posibilidad de la apertura de estas para controlar el estado del flujo de sémola en todo momento. Así pues la portilla superior deberemos animarla de modo que se desplace horizontalmente, mientras que las portillas central e inferior deberemos rotarla sobre sus ejes.
- *Poleas del molino:* Estas poleas son del mismo diámetro que las poleas del eje motriz, por lo que el número de vueltas será el mismo. Sin embargo las correas de transmisión son distintas en cada polea. De modo que la correa que transmite a la polea situada al oeste (la frontal en nuestra animación) se cruza, por tanto la rotación de la polea debe tener un sentido inverso a la del eje motriz. La correa que transmite a la polea situada al este (la trasera) no se cruza, por lo que el sentido de rotación será el mismo que el eje en este caso.
- *Rodillos de trituración:* Estos rodillos son los encargados de triturar la sémola. Puesto que la animación solo tendrá lugar en hemisferio del molino, sólo deberemos animar los rodillos de esta mitad. El rodillo que va unido directamente a la polea conectada al eje motriz rota de forma automática debido a las relaciones de parentesco. Por tanto únicamente deberemos rotar el otro rodillo de trituración. Optaremos por hacerlo rotar algo más lento, debido a que si bien no sabemos el tamaño de las poleas de transmisión, podemos deducirlo por el tamaño de la carcasa donde se encuentran. Esta relación de diámetros aproximada es de 1:2, por lo que el segundo rodillo deberá rotar a la mitad de velocidad que el primero y en sentido inverso para lograr que la sémola se dirija hacia la superficie de trituración.
- *Rodillos de alimentación:* Estos rodillos se encargan de suministrar un flujo constante de sémola a los rodillos de trituración, se encuentran estriados para facilitar la propulsión de la sémola hacia estos. Además una plancha metálica situada entre ambos espacios evita que se propulsen grandes grumos, proporcionando así una capa fina de sémola a los rodillos de trituración.

La rotación de estos viene dada por una polea de pequeño diámetro (20cm) que se encuentra unida mediante correa a una polea de diámetro similar situada entre la polea motriz del molino y el rodillo de trituración. El movimiento se transmite a los rodillos de alimentación mediante engranajes dentados situados en ambos rodillos y en el eje de la polea, todos del mismo diámetro.

Por tanto estos rodillos darán las mismas vueltas que la polea motriz del molino, es decir 4 vueltas que será lo que debemos animar.

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

- **Flecha de flujo:** La animación será similar a la de los elevadores. Animaremos el parámetro percent de modo que este comience el desplazamiento a partir del segundo 6 y finalice en el 20. Además animaremos la anchura de la flecha variando esta de una flecha estrecha al entrar al molino a una flecha ancha tras ser triturada. Para ello la escalaremos de modo que esta deformación represente el reparto y la trituración uniforme de la sémola a lo largo de los rodillos.
- **Animación de las texturas:** En cuanto a la animación de las texturas, únicamente será necesario animar las correas de transmisión. Realizaremos el mismo proceso de animación que en el caso del elevador. Animaremos el parámetro offset de los mapas difusos de las texturas de las correas, de modo que el desplazamiento de la textura unida a la animación de las poleas transmita una sensación de movimiento de las mismas.
- **Animación de las cámaras:** En este caso existen dos animaciones distintas. Al igual que hicimos en la animación del elevador se realizarán empleando el botón *auto key* e indicando los distintos planos entre los que debe transitar
 - Cámara 1: Muestra el sistema de transmisión en su conjunto. En primer lugar se acerca al motor haciendo zoom sobre el mismo. Posteriormente se desplaza lateralmente mostrando el eje de transmisión hasta llegar a las poleas situadas al final del eje. Por último asciende enseñando la conexión de las correas entre las poleas del eje y del molino finalizando con la vista centrada en este.
 - Cámara 2: Centra la vista en la flecha y acompaña el desplazamiento de esta en su descenso hacia el interior del molino. Por último rota para mostrar la salida inferior de la flecha a través de los rodillos de compresión del molino desde un plano inferior.
 - Cámara 3: Centra la vista en la puerta superior del molino, acercándose lentamente y desde ahí se desplaza verticalmente mostrando las otras dos compuertas abiertas para por último alejarse mostrando el molino completo.

9.4.2 SHOWREEL DEL MODELO

Un showreel es un vídeo demostrativo de corta duración destinado a mostrar de forma visual y resumida el trabajo de un proyecto o persona. Habitualmente el término se ha empleado para mostrar el trabajo de los actores en diferentes papeles. Actualmente con el auge de los medios de comunicación y las nuevas tecnologías el término se ha extendido a cualquier tipo de video demostrativo de un proyecto digital.

Para crear un showreel del modelo, únicamente deberemos definir los planos que deseamos obtener, crear las cámaras encargadas de obtener la imagen y por último animarlas. El concepto es la creación de un vídeo de breve duración que muestre a grandes rasgos la fábrica en su completitud.

En este caso, puesto que requerimos el modelo completo, no crearemos un archivo .max aparte sino que generaremos las cámaras en nuestro propio archivo final.

Los tipos de planos que tomaremos serán:

- **Zoom:** La imagen se acerca o aleja del el objeto enfocado. La cámara no se desplaza vertical ni lateralmente, ni rota sobre sí misma.

DEFINICIÓN DE IMÁGENES FINALES

- **Travelling:** La cámara sufre un desplazamiento. Puede ser de dos tipos:
 - *Rotación:* La cámara rota alrededor de un objeto. En nuestra animación rotará de forma lateral alrededor de la fábrica completando un giro completo alrededor de esta.
 - *Rectilíneo:* La cámara se desplaza lateralmente de forma recta a lo largo de un recorrido.
- **Panorámico:** La cámara permanece en una posición rotando bien lateral o verticalmente para mostrar los elementos situados alrededor.

Una vez definidos los planos, debemos decidir cuáles serán los planos a mostrar en nuestro showreel. Tomaremos los siguientes planos:

- **Planta baja:** Un plano de zoom desde la esquina suroeste centrada en el eje de transmisión y un travelling a lo largo de la pared sur. De este modo se pueden contemplar todos los elementos de la planta baja.
- **Planta primera:** Al tratarse de una planta con una mayor densidad de maquinaria, optaremos por tomar tres planos. El primero será un zoom centrado en los molinos que se acerque hacia estos. Crearemos también un plano panorámico que realice un barrido desde la deschinadora hasta la puerta de acceso, mostrando una vista general de la planta. Por último crearemos otro plano panorámico que realice un barrido desde los silos de empaque hasta las desatadoras, ya que este espacio no se mostraba en ninguna de las anteriores animaciones.
- **Planta segunda:** Al no existir canalizaciones la estancia resulta más despejada, por lo que tomaremos tan sólo dos planos. El primero será un plano zoom centrado en los plansichters que se vaya abriendo lentamente mostrando los elementos situados a su alrededor. El segundo plano será un barrido similar al de la planta primera, que abarque desde los ciclones al colector de mangas.
- **Exteriores:** En este caso tomaremos cuatro planos. Dos planos detalle de la fachada compuestos por un zoom al rótulo y un plano panorámico que ascienda desde la puerta principal mostrando la fachada. Los otros dos planos serán sendos travellings alrededor del edificio tomados con una misma cámara, con la única diferencia de que en uno se mostrarán los almacenes adyacentes y en el otro no. De este modo se aprecia la fábrica aislada y en su contexto del patio.

10 GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES

Tras la creación de las animaciones, ya está todo listo para la creación de los renders finales. Para ello deberemos configurar el motor de render correctamente con el fin de obtener las distintas imágenes definidas en el punto 9. A continuación procedemos a explicar las configuraciones aplicadas para el renderizado de los distintos tipos de imágenes.

10.1 GENERACIÓN DE IMÁGENES ESTÁTICAS

El proceso de creación de las imágenes estáticas conlleva en primer lugar la configuración del motor de render, el cual deberemos ajustar para obtener unos resultados acordes a la calidad buscada. Puesto que el tiempo de renderizado es alto, realizaremos primero pruebas en baja resolución de modo que podamos verificar que todos los elementos de nuestra escena presentan la disposición y aspecto que buscamos. Tras realizar las pruebas, si es necesario, realizaremos las modificaciones correspondientes y volveremos a lanzar dichas pruebas. Cuando todo se encuentre correctamente en nuestra escena procederemos a generar los renders finales.

- **Configuración del motor:** En primer lugar deberemos configurar el motor de renderizado para obtener unos resultados de acuerdo a los criterios de calidad buscados. Hasta ahora los renders de testeo realizado en el proceso de creación del modelo habían sido de baja calidad, únicamente para verificar y revisar el estado del mismo. Ahora deberemos configurar los parámetros para la generación de los renders finales.
 - **Resolución:** La resolución de las imágenes finales será de 1366 x 768px como habíamos definido en los objetivos del proyecto. Si bien, las pruebas previas al render final las realizaremos a una resolución de 683 x 384, disminuyendo pues las dimensiones del documento a la mitad.
 - **Formato de salida:** El formato de salida de nuestras imágenes será JPG por ser este el más extendido en cuanto a visualización de imágenes.
 - **Sampling quality:** Indica la calidad del muestreo para el cálculo de anti-aliasing en la imagen. El anti-aliasing es un proceso destinado a evitar las líneas con efecto de sierra en líneas oblicuas de la imagen. Para ello deberemos configurar los siguientes parámetros:
 - **Número máximo y mínimo de píxeles:** Definen el número máximo y mínimo de muestras tomadas por pixel. Los valores por defecto son $\frac{1}{4}$ - 4 (min-max). Para obtener una mejor calidad de nuestro render, el valor mínimo a 1 (dejará de calcularse 1 muestra por cada 4 píxeles y pasará a calcularse una muestra por píxel) y el máximo lo mantendremos en 4.
 - **Tipo:** Existen diferentes opciones, por defecto el tipo es “Box” si bien, el propio soporte de 3ds Max recomienda “Mitchell” indicando que habitualmente es el que ofrece mejores resultados, por tanto será este el que escojamos.
 - **Anchura/Altura:** Los parámetros de altura y anchura del área a muestrear. Si bien ampliar el área puede suavizar la imagen, también incrementa el tiempo de cómputo exponencialmente, por lo que mantendremos los valores por defecto asociados al tipo Mitchell que es 4,0 para ambas dimensiones.

GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES

- *Global Illumination*: Este proceso se encarga del cálculo de la trayectoria de los fotones y calcular la iluminación producida por la incidencia y posterior rebote de la luz en los distintos objetos. Para ello crea un mapa de fotones de toda la escena el cual será posteriormente procesado por el *final gather* y el render final. Activaremos esta opción y mantendremos los parámetros por defecto.
- *Final Gather*: Se encarga de calcular la luz indirecta incidente en cada uno de los puntos de la imagen. Existen diferentes configuraciones predefinidas (draft, low, médium, high). Hasta ahora habíamos empleado draft (boceto) para realizar los testeos, para los renders finales emplearemos la configuración high (alta), que si bien aumenta el tiempo de render en gran medida, ofrece unos mejores resultados reduciendo el ruido y obteniendo una mejor calidad de imagen.

Tras efectuar estas configuraciones, procedemos a la realización de los renders de testeo con resolución 683 x 384. Tras realizar las primeras pruebas y comprobar que el tiempo de render es excesivamente alto, buscamos una solución con el fin de lograr un tiempo menor sin pérdida de calidad. La documentación al respecto es muy difusa, ya que existen múltiples formas de trabajar y elegir los parámetros de render en función en la mayoría de casos de los gustos del diseñador. Sin embargo, logramos encontrar una solución aceptable que reduce el tiempo de render en gran medida.

Existe una opción configurable denominada *reuse global illumination* que permite reutilizar el mapa de fotones generado, lo cual evita generarlo de nuevo cada vez que se desee realizar un render. Además el mapa de fotones es único para toda la escena por lo que la reutilización del mismo ahorra gran cantidad de tiempo en el proceso de renderizado. Si bien, sólo es posible renderizarlo siempre y cuando no se apliquen cambios a la escena ni de luz ni de geometría, ya que esta condiciona el flujo y comportamiento de los fotones y cualquier cambio produciría incoherencias en el procesado final dando lugar a imágenes con aberraciones.

Así pues generaremos en primer lugar el mapa de fotones de la escena con la intención de reutilizarlo posteriormente en todos nuestros renders tanto de testeo como finales.

Además Al igual que con la iluminación global, existe la posibilidad de reutilizar los cálculos efectuados por el proceso de final gather mediante la opción *reuse final gather*, la cual lleva a cabo la creación de un final gather map. Este cálculo se realiza para cada imagen, por lo que, al contrario que en la opción *reuse global illumination* no podremos emplear el mismo mapa en todos nuestros renders, sino que imágenes distintas entre sí poseerán un mapa distinto. Sin embargo, es interesante crearlo para optimizar las pruebas, ya que en el caso de que sea necesario repetir la prueba, y siempre y cuando no haya cambiado la geometría de la escena aceleraremos el proceso de generación de la imagen. Además se puede reutilizar un mismo mapa para imágenes con diferente resolución, si bien los mapas no son iguales, al ser similares se aprovecha en gran medida la información contenida y existe la opción de completar el mapa con información adicional obtenida en nuevos renders.

Tras aplicar la configuración para la generación de los mapas de iluminación global y final gather, logramos reducir el tiempo de cómputo ampliamente. Ya que una imagen interior (las cuales son las que mayor tiempo de cómputo conllevan) sin estas opciones activadas tarda una media de 20 horas. Sin embargo, activando la opción “Reuse Global Illumination”,

GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES

emplearemos 17 horas en generar los cálculos respectivos a la iluminación global pero no será necesario volver a calcularlos en posteriores renders. Si además reutilizamos el final gather map, un render pasa de tardar 17 horas a 8 (reutilizando también la opción *reuse global illumination*). De este modo podemos generar los renders de forma más rápida sin perder calidad, tan sólo reutilizando cálculos previamente realizados.

10.2 GENERACIÓN DE IMÁGENES DE 360°

En el caso de las imágenes 360, ya que deseamos mantener una calidad alta mantendremos las configuraciones creadas anteriormente salvo por la resolución de las mismas, que deberemos modificar a unas dimensiones con unas proporciones 2:1. Así pues optaremos por generar unos renders de 2048 x 1024 píxeles.

Tras esto, abriremos la utilidad “Panorama Exporter” incluida en el propio 3ds Max, configuraremos la resolución a la indicada y procederemos a generar el render. En este caso también reutilizaremos el mapa de fotones generado en el renderizado de las imágenes estáticas. Además generaremos los mapas de final gather por si es necesario repetir alguna de las panorámicas.

Tras esto, una vez generada la imagen tenemos la opción de guardarla en tres formatos, como imagen en proyección cilíndrica, imagen con proyección esférica o como QuicktimeVR (la cual produce error en la versión de 64 bits de 3ds Max). Optaremos por guardarlo como imagen .jpg con proyección esférica, ya que esta permite contemplar la imagen en un visor sin deformaciones en el techo y el suelo, cosa que sí ocurre con la proyección cilíndrica.

10.3 GENERACIÓN DE IMÁGENES ANAGLÍFICAS

Para la generación de las imágenes anaglíficas seguiremos manteniendo la configuración de las imágenes estáticas. Además puesto que reutilizaremos las cámaras de estas, podremos reutilizar también los mapas de *final gather* empleado en la generación de estas, agilizando así el renderizado.

Así pues el único proceso de creación será el de abrir el plugin “Render 3D” el cual previamente habremos instalado en nuestro ordenador. Tras esto, escogeremos la cámara a cuya imagen deseamos obtener. Configuraremos la distancia interocular en 7cm y seleccionaremos el modo a emplear.

Tras realizar varias pruebas con el modo “red/cyan” y viendo que los resultados son excesivamente oscuros, optaremos por escoger la opción “left/right” de modo que obtengamos dos renders en .jpg, uno de cada ojo.

Tras obtener ambas imágenes, las editaremos y montaremos empleando para ello GIMP. En primer lugar ajustaremos el brillo y contraste en aquellas que sea necesario para obtener una imagen más clara en la cual se aprecie mejor la geometría de la escena. Tras esto, efectuaremos el montaje de ambas imágenes siguiendo las instrucciones del artículo “How to create anaglyph images in the GIMP” (Guzmán & Payne).

10.4 GENERACIÓN DE VIDEOS ANIMADOS

La creación de los vídeos conlleva un proceso similar al de las imágenes estáticas, la diferencia radica en que en lugar de una imagen, se trata de una sucesión de imágenes a renderizar, por lo que el tiempo de cómputo es mayor. Puesto que el renderizado de las animaciones de la maquinaria y el del showreel difieren sensiblemente, procedemos a explicar ambos por separado.

10.4.1 ANIMACIONES DE LA MAQUINARIA

Antes de llevar a cabo el renderizado deberemos realizar algunos ajustes en nuestra configuración:

- **Resolución:** Tal y como definimos al comienzo, los vídeos de las animaciones poseerán una resolución de 640 x 480 px, por lo que este será el primer paso.
- **Environment map:** Puesto que el motivo del video es explicativo y no busca tener un aspecto completamente fotorrealista, deberemos modificar el mapa de entorno, es decir el mapa que se mostrará al fondo de nuestra animación. Hasta ahora esta función la había realizado un material mr Physical Sky que simula el aspecto del cielo con un degradado hacia el gris en la línea del horizonte simulando la densidad de la atmósfera. Lo sustituiremos por un material Arch & Design cuyo color difuso sea un azul celeste claro y sin ningún tipo de reflexión o refracción.
- **Final Gather Multiplier:** Debido a la desaparición del y la mayor parte de la maquinaria, la luz del sol incide directamente y sobreexpone la imagen, por lo que deberemos limitar esta sobreexposición mediante el parámetro “Final Gather Multiplier” al cual cambiaremos el valor de 1 a 0,01 logrando así un mayor control de la intensidad de la luz y logrando una imagen correctamente expuesta.
- **Final Gather Preset:** Al tratarse de una animación sencilla con pocos elementos, y especialmente pocos rebotes de luz cambiaremos la configuración predefinida de “High” a “Draft”, ya que con esto obtendremos unos resultados prácticamente iguales y agilizaremos enormemente el tiempo de renderizado pasando de 2’30” por frame a apenas 20” por cada uno.
- **Reuse Global Illumination:** Generaremos un mapa de fotones propio de modo que este no deba ser calculado en cada frame, sino que sea común para todos ellos.
- **Formato de salida:** Puesto que las tomas a renderizar son cortas y conllevan poco tiempo de cómputo el formato de salida será en .avi sin ningún tipo de compresión, el cual está ampliamente extendido y es admitido por prácticamente todos los editores de vídeo.

Tras estos ajustes en la configuración, procedemos a llevar a cabo el renderizado de las animaciones:

GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES

- **Elevador:** Renderizaremos 2 tomas para la única cámara creada en la escena:
 - *Toma 1:* Consistirá en una toma de toda la animación de la cámara, en la que se muestren todos los elementos presentes en el modelo. Es decir, se apreciará el aspecto externo del elevador, pero no se contemplará el interior. Duración: 650 frames.
 - *Toma 2:* Se tratará al igual que la toma 1 de una animación integra del recorrido de la cámara, con la diferencia de que en este caso no se mostrarán los elementos externos del elevador sino tan sólo los elementos internos (esferas de sémola, cinta de cangilones, polea y eje y flecha). Duración: 650 frames.
- **Molino:** Renderizaremos 4 tomas para las 3 cámaras creadas en la escena:
 - *Toma 1:* La realizaremos con la Cámara1 y generará toda la animación desde la aproximación al motor, el desplazamiento por el eje de transmisión y la subida hasta centrarse en el molino. Todos los elementos serán visibles. Duración: 350 frames.
 - *Toma 2:* La realizaremos con la cámara 2 mostrando todo el recorrido de la flecha a través del molino. Todos los elementos serán visibles en esta animación. Duración: 350 frames.
 - *Toma 3:* Seguirá el mismo recorrido que la toma 2 con la cámara 2 también. Sin embargo tan sólo se mostrarán los elementos internos del molino (rodillos, plancha separadora, etc.). Esto servirá para que en el montaje podamos jugar con la opacidad de ambas tomas superponiéndolas y comprender mejor así el flujo de la sémola por el interior del molino. Duración: 350 frames.
 - *Toma 4:* Empleando la cámara 3 se renderizará la animación en que se muestra la apertura de las puertas de registro del molino. Duración: 250 frames.

10.4.2 ANIMACIONES DEL SHOWREEL

En el caso del Showreel la configuración será prácticamente igual a la aplicada en las imágenes estáticas, únicamente variaremos los siguientes parámetros:

- **Resolución:** Al igual que los videos de la maquinaria la resolución será de 640 x 480 px, ya que realizar los videos a mayor resolución conlleva un tiempo de cómputo excesivo para el equipo de que disponemos.
- **Formato de salida:** Serán archivos .jpg con numeración consecutiva. Esta opción permite que cada fotograma, una vez renderizado por completo se guarde como una imagen .jpg individual. Escogemos esta opción debido a que al ser unos renderizados muy largos, si escogemos un formato de vídeo, hasta que no se generan todos los fotogramas de la escena no se crea el archivo final de guardado. Esto implica que en el caso de que el equipo se bloquee o se reinicie, perdamos todo el material generado hasta el momento. Empleando imágenes numeradas consecutivas podemos continuar el renderizado desde aquel punto en que se interrumpió sin perder las imágenes generadas hasta el momento.
Posteriormente empleando estas imágenes generaremos un archivo .avi que será el que empleemos en el montaje final del vídeo.
- **Reuse Final Gather:** Un mismo Final gather map puede contener información de distintos fotogramas, incluso todos los de una animación. Puesto que en nuestras tomas la mayoría de fotogramas adyacentes son prácticamente iguales salvo por un ligero

GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES

desplazamiento, optaremos por generar el Final Gather map de fotogramas separados entre sí por 20 frames. Esto es, si una animación dura 100 frames, crearemos el Final gather map con los datos de los fotogramas 1, 20, 40, 60, 80 y 100. De este modo, no es necesario que el programa compute el final gather de todos y cada uno de los fotogramas lo cual ralentizaría enormemente el proceso. Empleando este sistema logramos una aceleración del render sustancial sin invertir excesivo tiempo de cómputo para ello pasando de 1 hora por frame a 15 minutos por frame.

Tras esto, generaremos cada una de las cámaras definidas en el punto 9.4.2 de esta memoria. A continuación mostramos una tabla resumen de las tomas:

Toma	Cámara	Espacio	Tipo de plano	Nº de frames	Elementos mostrado
1	Zoom_Pbaja	P. Baja	Zoom	100	Vista general de la planta
2	Trav_Pbaja	P. Baja	Travelling rect.	95	Vista general de la planta
3	Pan_Pprimera	P. Primera	Panorámica	237	Deschinadora, despuntadora y molinos.
4	Pan_silo_Pprimera	P. Primera	Panorámica	100	Silo de empaque, desatadoras.
5	Zoom_Pprimera	P. Primera	Zoom	100	Molinos, deschinadora.
6	Zoom_Psegunda	P. Segunda	Zoom	95	Plansichters, Sasor.
7	Pan_Psegunda	P. Segunda	Panorámica	100	Ciclones, triarvejones, noria, satinadora y recolector de mangas.
8	Trav_Patio	Exterior	Travelling circ.	150	Fábrica y almacenes posteriores.
9	Trav_Patio	Exterior	Travelling circ.	150	Fábrica, almacenes posteriores y almacenes laterales.
10	Pan_Patio	Exterior	Panorámica	80	Puerta y fachada.
11	Zoom_Patio	Exterior	Zoom	80	Rótulo de la fachada.

Tabla 6 - Resumen de las tomas renderizadas del showreel.

10.4.3 POSTPROCESADO DE VIDEOS

El postprocesado de los videos consistirá en el montaje de las distintas tomas y la adición de títulos de crédito y música de fondo. Esto se realizará empleando el software Adobe Premiere

GENERACIÓN DE IMÁGENES FINALES

Cs 5.5 el cual está disponible en las aulas informáticas de la Universidad Carlos III de Madrid y permite la edición de vídeo de manera flexible y sencilla. Los videos se guardarán en formato .mpeg por ser este un formato ampliamente soportado y ofrecer una buena calidad de imagen en base a los archivos fuente con que trabajaremos. La banda sonora se obtendrá de la web Incompetech del compositor Kevin MacLeod ¹² el cual ofrece música sin royalties con la única condición de mencionar su autoría en los créditos correspondientes. Explicamos brevemente en qué consistirá el montaje de cada video:

- **Animación del elevador:** Se montaran ambas tomas jugando con la transparencia de la toma 1 dejándola prácticamente transparente pero permitiendo intuir el aspecto exterior del elevador. De este modo se podrá apreciar perfectamente el recorrido de la sémola, la flecha y los elevadores por el interior de los tubos de madera. Se añadirá una música tranquila de fondo para acompañar la animación. Por último se añadirán los títulos de apertura y de crédito indicando las autorías correspondientes.
- **Animación del molino:** En primer lugar se mostrará la toma general que permite comprender la transmisión de fuerza desde el motor. A continuación se mostrará la animación en que se muestra la apertura de puertas del molino. Por último continuación se mostrarán las tomas 2 y 3 simultáneamente, jugando con la transparencia al igual que en el caso del elevador para mostrar el recorrido de la flecha por el interior del molino. Al igual que en la animación del elevador se añadirá la misma música tranquila de fondo para acompañar la animación. Por último se añadirán los títulos de apertura y de crédito indicando las autorías correspondientes.
- **Showreel:** Se montarán todas las tomas de forma consecutiva, comenzando por los planos exteriores y pasando posteriormente a mostrar el interior desde la planta más baja a la planta más alta. Se añadirá también música acorde con la animación así como títulos de apertura y créditos finales.

¹² Disponible en <http://incompetech.com/music>

11 ESTRUCTURA DE ARCHIVOS

Puesto que el presente proyecto conlleva una cantidad de archivos considerable, consideramos importante explicar la jerarquía de directorios del proyecto, así como los contenidos de los mismos con el fin de facilitar la comprensión y el manejo de los mismos a quien quiera o deba consultar información relativa al proyecto.

Estructura de directorios

La siguiente imagen muestra de forma esquemática la estructura de directorios del proyecto:

- **Documentación:** Contiene la documentación asociada al proyecto. En ella se encuentra la presente memoria del proyecto (Memoria.pdf) así como la subcarpeta “Fotografías”.

- *Subcarpeta Fotografías:* Contiene diversas subcarpetas con fotografías, las cuales están divididas en función del espacio donde fueron tomadas. Estas subcarpetas son:

- *Exteriores*
- *Planta baja*
- *Planta primera*
- *Planta Segunda*
- *Azotea*
- *Desperfectos*
- *Fotografías antiguas*

El formato del nombre de las fotografías debido al gran número de ellas, se han obtenido en base a la numeración original obtenidas por la cámara, salvo en el caso de las fotografías antiguas las cuales se ha tratado de nombrarlas de forma descriptiva

- *Subcarpeta Planos:* En esta carpeta están contenidos los planos editados extraídos del libro “*Arquitectura para la Industria en Castilla-La Mancha*” (Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995). en formato .jpg empleados como referencia para la creación del modelo. Estos estarán nombrados de modo que indiquen la vista que contiene cada archivo de imagen.
- **Modelos:** En esta carpeta se encontrarán los archivos .max de la reconstrucción, los tres archivos tendrán los siguientes nombres:
 - *Modelo_completo.max*
 - *Animacion_molino.max*
 - *Animacion_elevador.max*

ESTRUCTURA DE ARCHIVOS

Asimismo en esta carpeta, se encontrará la subcarpeta “Texturas” donde se encontrarán todos los archivos de imagen en formato .jpg que son empleados para el texturizado del modelo.

- *Subcarpeta Texturas:* A su vez estarán repartidos en dos carpetas “Maquinaria” y “Edificio” de modo que las texturas sean más fácilmente localizables si es necesario. En el caso de que una textura haya sido empleada en ambos conjuntos, se encontrará en la carpeta “Edificio”. Asimismo se replicará la carpeta “Planos” situada en la carpeta “Documentación” con el fin de mantener reunidos todos los archivos de imagen empleados en el modelado de la fábrica.
- *Las texturas estarán* nombradas en base a la siguiente nomenclatura:

ElementoIndice_Tipo_Espacio.jpg

- *Elemento:* Nombre descriptivo abreviado del elemento al que pertenece la textura.
 - *Índice:* En el caso de que haya más de una textura en el mismo elemento, el índice indicará a cual hace referencia. Estará compuesto por 3 dígitos, comenzando por 001.
 - *Tipo:* Indica el tipo de mapa que es, estos pueden ser:
 - diff: Mapa difuso.
 - spec: Mapa especular (o de reflexión).
 - op: Mapa de opacidad.
 - bump: Mapa bump (o de relieve).
 - Indica al espacio o conjunto al que pertenece. Estos pueden ser:
 - Edificio: Hace referencia a las texturas del propio edificio principal.
 - Almacenes: Serán todas aquellas que pertenezcan a los almacenes posteriores de la fábrica.
 - Maquinaria: Estará presente en aquellos elementos de la maquinaria que sean comunes a ambas plantas.
 - Pbaja: Estará presente en aquellos elementos de la maquinaria que se encuentren únicamente en la planta baja.
 - Pprimera: Estará presente en aquellos elementos que se encuentren únicamente en la planta baja.
- ***Renders:*** Esta carpeta contendrá el material gráfico generado a partir de nuestro modelo. Contendrá las subcarpetas “Imágenes” y “Vídeos” con el fin de organizar este material de forma más precisa.

ESTRUCTURA DE ARCHIVOS

- *Subcarpeta Imágenes:* Puesto que hemos generado un conjunto considerable de imágenes, crearemos a su vez tres subcarpetas para facilitar la clasificación. Estas se llamarán “Estáticas”, “Panorámicas” y “Anaglíficas”. En cada una de ellas se encontrarán las correspondientes imágenes generadas según su tipo.

La nomenclatura de las imágenes será la siguiente:

Tipo_EspacioÍndice.jpg

- Tipo: Indica el tipo de imagen (Estática/Panorama/Anaglífica).
 - Espacio: Indica el espacio en el que están tomadas las imágenes (Exterior/Pbaja/Pprimera/etc.).
 - Índice: Es un identificador de tres cifras comenzando en 001 para imágenes del mismo tipo y espacio.
- *Subcarpeta Videos:* Esta carpeta contendrá los vídeos finales editados. Estos se denominarán “Showreel.mpeg”, “Animación_molino.mpeg” y “Animación_elevador.mpeg”. Contendrá asimismo otra subcarpeta en denominada “Brutos” que contendrá todos los clips de video que conforman los videos finales. Estos serán nombrados en base al siguiente patrón.

PertenenciaÍndice_Espacio*.formato

- Pertenencia: Indica el vídeo final para el que ha sido empleado el clip de vídeo. (AnimMolino/AnimElevador/Showreel).
- Índice: Consta de un número de 3 cifras que indica el número de video de forma unívoca para videos con misma pertenencia.
- Espacio: Únicamente se empleará en los videos utilizados en la creación del el showreel, indica el espacio donde han sido tomados (Exterior/Pbaja/Pprimera/etc.).
- Formato: Indicará la extensión del archivo. Esta será .avi para los vídeos de la maquinaria y .mpeg para los del showreel. Esto se debe a que los videos del showreel están creados como archivos .jpg consecutivos, pero para facilitar su manejo y almacenamiento son convertidos en .mpeg y reducir así el número de ficheros a gestionar.

12 PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO

12.1 PLANIFICACIÓN TEMPORAL

En la siguiente tabla se muestra la planificación temporal planteada inicialmente para el desarrollo de este proyecto:

Ámbito	Tarea	Horas
Preparativos iniciales	Definición de objetivos	15
	Planificación inicial	16
	Estudio del software	10
Estudio de la instalación	Análisis de la fábrica	25
	Documentación	24
Creación del Modelo	Modelado del edificio	120
	Iluminación del edificio	25
	Texturizado del edificio	80
	Modelado de la maquinaria	70
	Texturizado de la maquinaria	60
Generación de imágenes finales	Creación de animaciones	30
	Definición de imágenes finales	15
	Renderizado y postproducción	80
Creación de la memoria	Elaboración de la memoria	60
	TOTAL	640

Tabla 7 - Planificación temporal inicial.

A continuación se explican cada uno de los ámbitos así como las tareas a realizar de manera breve:

- **Preparativos iniciales:** Abarca todos aquellos preparativos iniciales previos al trabajo con la propia instalación.
 - *Definición de objetivos:* Incluye la motivación del proyecto y la definición de los objetivos del proyecto.
 - *Planificación inicial:* Aborda la planificación temporal que conlleva la estimación en horas de la duración del proyecto.
 - *Estudio del software:* Implica el análisis del diverso software existente para el desarrollo del proyecto y la elección de un conjunto de aplicaciones que permitan llevar a cabo este.
- **Estudio de la instalación:** Aborda aquellas tareas relativas al análisis y estudio de la fábrica, analizando tanto la situación de la misma como la documentación existente sobre esta.
 - *Análisis de la fábrica:* Incluye tanto el análisis del estado de la fábrica como la definición del alcance del proyecto, ya que es necesario analizar esta para saber hasta qué punto es viable la reconstrucción de la misma.
 - *Documentación:* Implica la búsqueda y recopilación de todo aquel material que proporcione información útil sobre la fábrica y los elementos que la componen.

- **Creación del modelo:** Incluye todas aquellas tareas relativas a la creación del modelo tridimensional, así como el texturizado y la iluminación del mismo.
 - *Modelado del edificio:* Cubre el proceso de creación de los elementos 3D que conforman el volumen tanto del edificio de la fábrica como de los almacenes adyacentes.
 - *Iluminación del edificio:* Abarca el proceso de creación de iluminación de la escena tanto interior como exterior.
 - *Texturizado del edificio:* Implica el proceso de creación de texturas y texturizado de todos los elementos incluidos en el modelo del edificio.
 - *Modelado de la maquinaria:* Engloba la creación de todos los elementos de la maquinaria con el grado de detalle especificado en el alcance del proyecto.
 - *Texturizado de la maquinaria:* Abarca el proceso de creación y aplicación de texturas a todos los elementos modelados en la fase anterior con el grado de detalle definido en el alcance.
- **Generación de imágenes finales:** Este ámbito conlleva tanto la creación de las animaciones de los elementos del modelo, como la generación y postproducción de los renders realizados.
 - *Creación de animaciones:* Implica la creación de las animaciones tanto de la maquinaria como de la escena,
 - *Definición de imágenes finales:* Conlleva la definición del número de imágenes y videos a crear, así como el tipo y características de estas.
 - *Renderizado y postproducción:* Abarca el proceso de generación de imágenes finales, tanto de vídeos como imágenes estáticas.
- **Creación de la memoria:** Este ámbito sólo contiene una tarea que es la redacción de la propia memoria.
 - *Elaboración de la memoria:* Tal y como indicamos en el ámbito, esta tarea conlleva la redacción de la memoria en sus totalidad.

12.1.1 VARIACIÓN FINAL FRENTE A LA PLANIFICACIÓN PREVISTA:

Puesto que la planificación inicial como su nombre indica se diseñó al comienzo del desarrollo del proyecto y debido a las grandes variaciones en el tiempo previsto frente al invertido, nos vemos obligados a detallar los tiempos finales de desarrollo del proyecto para evitar que quien pueda leer el presente documento se lleve a equívoco pensando que el tiempo invertido en un proyecto de estas características es inferior al realmente necesario.

Estas variaciones tan significativas no se deben a la ineficiencia a la hora de trabajar, si bien en las fases iniciales se deben principalmente a la desorientación al no haber afrontado nunca un proyecto de estas características, en el ámbito de la creación del modelo se deben principalmente debido a una visión optimista del trabajo a realizar, conllevando una subestimación del tiempo necesario para desarrollar un modelo de calidad como el creado en el presente proyecto. Asimismo, la ampliación del alcance en la reconstrucción de las plantas primera y segunda ha conllevado también un aumento del número de horas empleadas en la creación del modelo. A continuación mostramos una tabla con las horas finales invertidas en cada una de las tareas planteadas:

PLANIFICACIÓN Y Presupuesto

Ámbito	Tarea	Horas
Preparativos iniciales	Definición de objetivos	22
	Planificación inicial	20
	Estudio del software	14
Estudio de la instalación	Análisis de la fábrica	32
	Documentación:	42
Creación del Modelo	Modelado del edificio	154
	Iluminación del edificio	62
	Texturizado del edificio	152
	Modelado de la maquinaria	147
	Texturizado de la maquinaria	135
Generación de imágenes finales	Creación de animaciones	85
	Definición de imágenes finales	18
	Renderizado y postproducción	136
Creación de la Memoria	Elaboración de la memoria:	226
	TOTAL	1245

Tabla 8 - Horas invertidas en cada tarea.

Por último mencionar, que si bien en la tabla mostrada las horas de elaboración de la memoria se suman junto al resto, en gran parte estas se han llevado a cabo a la par que el proceso de renderizado, empleando un equipo adicional mientras el equipo principal estaba destinado a las tareas de generación de las imágenes finales, las cuales conllevan un largo tiempo de cómputo, por lo que se aprovechó este tiempo de inactividad en el que el equipo se encarga de generar las imágenes finales para llevar a cabo el desarrollo de la memoria.

12.2 PRESUPUESTO

A continuación se procede a detallar los costes del proyecto en base a cada una de las partidas de gastos que se deberán abordar.

12.2.1 DEFINICIONES

En esta sección procederemos a definir cada uno de los conceptos que emplearemos a la hora de detallar el presupuesto, de modo que este sea más fácilmente comprensible.

- **Partida:** Hace referencia al ámbito bajo el que se agrupan un conjunto de conceptos relacionados entre sí.
- **Concepto:** Con el nos referimos al elemento individual cuyo coste se estimará para la realización del presupuesto.
- **Coste unitario:** Indica el precio por unidad del concepto asociado.
- **Coste parcial:** Con él nos referimos al valor del concepto que se amortizará durante la realización del proyecto, en este caso durante los 4 meses planificados.
- **Cantidad:** Indica el número de unidades del concepto que se emplearán.

- **Coste total:** Define el coste total de dicho concepto en base al coste unitario o parcial según corresponda y la cantidad a emplear.
- **Total partida:** Indica el total destinado a la partida asociada.

12.3 HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Las herramientas de trabajo, serán todos aquellos elementos físicos que emplearemos para llevar a cabo nuestro proyecto. En este caso principalmente serán dos:

- **Portátil ACER Aspire 5740G:** Este equipo nos servirá como principal herramienta para llevar a cabo los procesos tanto de diseño 3D y 2D como para la redacción de la documentación asociada al proyecto. Consideramos que un equipo tiene una vida efectiva de 5 años antes de pasar a ser obsoleto para llevar a cabo este tipo de trabajos, puesto que el software y las nuevas herramientas evolucionan a gran velocidad y esto produce que los equipos no puedan utilizar dichos sistemas. A continuación indicamos las principales características del dispositivo¹³:
 - *Procesador:* Intel Core i5-430M 2.26 GHz @ 2.53 GHz
 - *Placa base:* Intel ID0044
 - *Memoria:* 4096 MB, DDR3 PC3-8500F (533 MHz), Kingston
 - *Adaptador gráfico:* ATI Mobility Radeon HD 5470 - 512 MB, Núcleo: 750 MHz, Memoria: 800 MHz, hasta 2234 MB Hyper Memory, atiumdag 8.14.10.0708 / Win 7 64
 - *Pantalla:* 15.6 pulgadas 16:9, 1366x768 pixels, HD LED LCD
 - *Disco duro:* 320 GB - 5400 rpm, 320GB 5400rpm Hitachi HTS545032B9A300 (320 GB, 5400 RPM, SATA-II)
- **Cámara fotográfica CANON EOS 400D:** Este dispositivo nos permitirá tomar fotografías de los distintos elementos a reconstruir, las cuales nos permitirán por una parte documentar el proyecto y servir de referencia para llevar a cabo el diseño de la infraestructura así como para poder obtener las texturas de ciertos elementos de los propios modelos originales. Consideramos que la vida útil de una cámara de estas características de modo que sea funcional y obtenga buenos resultados es de 10 años, debido al avance de la tecnología y a que contiene elementos electrónicos que degradan la cámara con el paso del tiempo y su uso. A continuación indicamos las principales características del dispositivo¹⁴:
 - Sensor CMOS de 10,1 megapíxeles
 - Sistema integrado de limpieza EOS
 - LCD de 2,5"
 - AF en 9 puntos
 - Función "Estilo de Imagen"
 - DIGIC II: ráfagas a 3 fps durante 27 exposiciones

¹³Disponible en: <http://www.notebookcheck.org/Analisis-del-Portatil-Acer-Aspire-5740G.31519.0.html>

¹⁴Disponible en: http://www.canon.es/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_400D/

- Software RAW DPP
- Compacta y ligera
- Compatible con los objetivos EF/EF-S y los flashes Speedlite EX

12.3.1 DIETAS

Debido al estado de abandono de la infraestructura original, será necesario desplazarse para visitar otras instalaciones actualmente restauradas o en proceso de restauración de las que poder obtener documentación e imágenes con una mayor calidad debido a las mejores condiciones lumínicas y de trabajo. Es por ello que se ha presupuestado el coste de dichos desplazamientos. Se ha estimado que se deberán llevar a cabo 5 desplazamientos para poder documentar correctamente todos los elementos que se pretenden recrear en este proyecto.

- **Desplazamiento:** La instalación que se visitará será la Fábrica de Harina de Fuerte del Rey (Jaén) situada a 180kms de Ciudad Real, localidad de residencia del autor del proyecto. Asimismo, se deberán realizar diversas visitas a la fábrica de harinas de Aldea del Rey, situada a 25 kms de Ciudad Real. Por tanto, se estima que en total el conjunto de viajes a la Fábrica de Harinas Ntra. Sra. Del Valle como la visita a la Fábrica de Harina de Fuerte del Rey, se estima que el desplazamiento total será de aproximadamente 500kms. El precio por km se ha obtenido del *REAL DECRETO 439/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas*¹⁵, en el cual se indica:

Asignaciones para gastos de locomoción.

Se exceptúan de gravamen las cantidades destinadas por la empresa a compensar los gastos de locomoción del empleado o trabajador que se desplace fuera de la fábrica, taller, oficina, o centro de trabajo, para realizar su trabajo en lugar distinto, en las siguientes condiciones e importes:

- a) Cuando el empleado o trabajador utilice medios de transporte público, el importe del gasto que se justifique mediante factura o documento equivalente.*
- b) En otro caso, la cantidad que resulte de computar 0,19 euros por kilómetro recorrido, siempre que se justifique la realidad del desplazamiento, más los gastos de peaje y aparcamiento que se justifiquen.*

Por tanto, consideramos que 0,19€ es un precio acertado, del cual el autor no obtiene ningún beneficio propio por llevar a cabo los desplazamientos.

- **Manutención:** En el caso de la manutención, nos basamos igualmente en el *REAL DECRETO 439/2007* en el cual se menciona:

¹⁵ Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/03/31/pdfs/A14097-14149.pdf>

a) Se considerará como asignaciones para gastos

normales de manutención y estancia en hoteles, restaurantes y demás establecimientos de hostelería, exclusivamente las siguientes:

1.º Cuando se haya pernoctado en municipio distinto del lugar de trabajo habitual y del que constituya la residencia del perceptor, las siguientes:
Por gastos de estancia, los importes que se justifiquen.
Por gastos de manutención, 53,34 euros diarios, si corresponden a desplazamiento dentro del territorio español, o 91,35 euros diarios, si corresponden a desplazamientos a territorio extranjero.

- **Alojamiento:** Por último, para los gastos de alojamiento, ya que en el Real Decreto 439/2007 no se especifica ningún coste máximo a gravar, consideramos que 30€ por pernocta es un precio apropiado que permite un alojamiento más que aceptable en la mayoría de los casos.

12.3.2 LICENCIAS

Para llevar a cabo el trabajo, será necesario emplear software con diversos propósitos. Si bien parte del mismo es de uso libre y no requiere de ningún tipo de licencia de pago, algunos programas sí que requerirán de la adquisición de una licencia de pago para el empleo del mismo con fines profesionales. Así pues en el apartado 1.6. Presupuesto final haremos la distinción de dos presupuestos con fines educativos y con fines profesionales, en función de con qué fin se debe llevar a cabo el proyecto.

A continuación procedemos a detallar el importe de cada licencia para el distinto software que se empleará en el proyecto.

- **Autodesk 3ds Max:** Autodesk ofrece licencias gratuitas para estudiantes y personal docente con el fin de promocionar sus productos y familiarizar al usuario final con el manejo del software. Si bien esta licencia no permite su uso comercial e introduce en las imágenes producidas una marca de agua para evitar que los resultados se empleen con ánimo de lucro. Si se desea utilizar el software con fines comerciales, se ha de adquirir una licencia cuyo importe asciende a 4485€. Si bien cada uno o dos años suelen salir versiones nuevas, estas tan solo incorporan ciertas prestaciones auxiliares que no son necesarias para llevar a cabo el proyecto que vamos a afrontar. Por tanto se ha estimado que la vida útil de este programa para un proyecto de esta categoría es de aproximadamente 6 años antes de quedar apartado por tecnologías más avanzadas.
- **Microsoft Office 2010:** Al igual que Autodesk, Microsoft también ofrece licencias especiales para estudiantes. Si bien en este caso, estas no son gratuitas, sino que tienen un precio reducido si el software no se va a emplear para fines comerciales la cual supone un coste de 99€. En el caso de que se desea utilizar para fines lucrativos el precio aumenta a 249€. Estos precios se basan en la compra de una sola licencia para un único PC, ya que para nuestro proyecto no es necesario instalar dicho software en más de un equipo. En este caso se ha estimado que la vida útil del programa es de 5 años, ya que en este periodo de tiempo el software suele quedar incompatible con ciertos tipos de formatos.

- **GIMP:** En el caso de GIMP, se trata de un programa de uso libre y gratuito bajo licencia GNU, por lo que no es necesario adquirir ningún tipo de licencia para su uso.

12.3.3 RECURSOS HUMANOS

Por último, cabe mencionar los recursos humanos del proyecto. En este caso, puesto que el proyecto se llevará a cabo de forma individual, únicamente contaremos con un único diseñador que llevará a cabo todo el trabajo tanto de documentación como de diseño e implementación del proyecto. Puesto que el trabajo no se limita únicamente a llevar a cabo el diseño 3D, sino que conlleva trabajos de documentación, diseño, modelado, iluminación, texturizado y animación. Se ha estimado que un sueldo justo y digno para un diseñador junior que lleve a cabo todos estos trabajos es de 1500€ al mes, partiendo de la base de que el mismo no es experto y no posee experiencia laboral en el desarrollo de proyectos en el ámbito del proyecto.

12.3.4 PRESUPUESTO FINAL

Por último y una vez especificadas cada una de las partidas del presupuesto, procedemos a detallarlo en dos tablas. Una de ellas orientada al uso educativo y no lucrativo del proyecto y otra si este se desea emplear para fines comerciales, donde es necesario adquirir licencias de software para su explotación

12.3.5 PRESUPUESTO CON FINES COMERCIALES

Partida	Concepto	Coste unitario (€)	Vida útil (años)	Coste parcial		Cantidad		Coste total	Total partida
Herramientas de trabajo	Portátil ACER Aspire 5750G	589,00	5	9,82	€/mes	4	meses	39,27 €	55,90 €
	Cámara fotográfica CANON EOS 400D	499,00	10	4,16	€/mes	4	meses	16,63 €	
Dietas	Desplazamientos en coche	0,19	-	-		500	kms	95,00€	179,34 €
	Manutención	53,34	-	-		1	días	53,34€	
	Alojamiento	30,00	-	-		1	noches	30,00€	
Licencias	Autodesk 3ds Max	4485,00	5	74,75	€/mes	4	meses	299,00 €	315,60 €
	Microsoft Office	249,00	5	4,15	€/mes	4	meses	16,60 €	
	GIMP	0,00	-	0,00		1	licencia	0,00 €	
Recursos humanos	Diseñador	1500,00	-	8,52	€/hora	640	horas	5.452,80 €	5.452,80 €
Total								7.001,00 €	6032,64 €

Tabla 9 - Presupuesto inicial del proyecto con fines comerciales.

12.3.6 PRESUPUESTO PARA FINES EDUCATIVOS

Partida	Concepto	Coste unitario (€)	Vida útil (años)	Coste parcial		Cantidad		Coste total	Total partida
Herramientas de trabajo	Portátil ACER Aspire 5750G	589,00	5	9,82	€/mes	4	meses	39,27 €	55,90 €
	Cámara fotográfica CANON EOS 400D	499,00	10	4,16	€/mes	4	meses	16,63 €	
Dietas	Desplazamientos en coche	0,19	-	-		500	kms	95,00€	179,34 €
	Manutención	53,34	-	-		1	días	53,34€	
	Alojamiento	30,00	-	-		1	noches	30,00€	
Licencias	Autodesk 3ds Max	0,00	5	0,00	€/mes	4	meses	0,00 €	6,60€
	Microsoft Office	99,00	5	1,65	€/mes	4	meses	6,60 €	
	GIMP	0,00	-	0,00		1	licencia	0,00 €	
Recursos humanos	Diseñador	1500,00	-	8,52	€/hora	640	horas	5.452,80 €	5.452,80 €
Total								5.694, 64 €	5.694,64 €

Tabla 10 - Presupuesto inicial del proyecto con fines educativos.

12.3.7 VARIACIÓN FINAL RESPECTO DE LOS COSTES PREVISTOS

Al igual que ocurría en la planificación del proyecto, puesto que estos cálculos se estimaron previo al desarrollo del proyecto, existen diferencias principalmente provocadas por la variación en la duración del proyecto. Así pues el número de horas estimadas en el desarrollo del proyecto estaba previsto en 640, si bien, al aumentar el número de horas invertidas el proyecto aumenta el coste del mismo. Del mismo modo, aumenta el período de trabajo y por tanto los costes parciales de las licencias. Así pues, debido a que no queremos falsear o que quien consulte este presupuesto se lleve a una idea errónea de los costes del mismo, mostramos a continuación las variaciones final del presupuesto una vez finalizado, en las cuales se muestran los costes finales que supondría el presente proyecto.

- Variación para fines comerciales:**

Partida	Concepto	Coste unitario (€)	Vida útil (años)	Coste parcial		Cantidad		Coste total	Total partida
Herramientas de trabajo	Portátil ACER Aspire 5750G	589,00	5	9,82	€/mes	4	meses	39,27 €	55,90 €
	Cámara fotográfica CANON EOS 400D	499,00	10	4,16	€/mes	4	meses	16,63 €	
Dietas	Desplazamientos en coche	0,19	-	-		500	kms	95,00€	179,34 €
	Manutención	53,34	-	-		1	días	53,34€	

PLANIFICACIÓN Y Presupuesto

	Alojamiento	30,00	-	-		1	noches	30,00€	
Licencias	Autodesk 3ds Max	4485,00	5	74,75	€/mes	12	meses	897,00€	946,80€
	Microsoft Office	249,00	5	4,15	€/mes	12	meses	49,80 €	
	GIMP	0,00	-	0,00		1	licencia	0,00 €	
Recursos humanos	Diseñador	1500,00	-	8,52	€/hora	1100	horas	9.372€	9.372€
Total								10.554,04 €	10.554,04 €

Tabla 11 - Variación final del presupuesto del proyecto con fines comerciales.

- Variación para fines educativos:**

Partida	Concepto	Coste unitario (€)	Vida útil (años)	Coste parcial		Cantidad		Coste total	Total partida
Herramientas de trabajo	Portátil ACER Aspire 5750G	589,00	5	9,82	€/mes	4	meses	39,27 €	55,90 €
	Cámara fotográfica CANON EOS 400D	499,00	10	4,16	€/mes	4	meses	16,63 €	
Dietas	Desplazamientos en coche	0,19	-	-		500	kms	95,00 €	179,34 €
	Manutención	53,34	-	-		1	días	53,34 €	
	Alojamiento	30,00	-	-		1	noches	30,00 €	
Licencias	Autodesk 3ds Max	0,00	5	0,00	€/mes	12	meses	0,00 €	19,80€
	Microsoft Office	99,00	5	1,65	€/mes	12	meses	19,80 €	
	GIMP	0,00	-	0,00		1	licencia	0,00 €	
Recursos humanos	Diseñador	1500,00	-	8,52	€/hora	640	horas	9.372€	9.372€
Total								9627,04€	9627,04€

Tabla 12 - Variación final del presupuesto del proyecto con fines educativos.

13 CONCLUSIONES

Tras la finalización del proyecto es necesario analizar los objetivos iniciales así como el trabajo realizado y los resultados obtenidos. Una vez hecho esto, podemos llegar a una serie de conclusiones que exponemos en este punto.

En primer lugar cabe mencionar la escasa documentación existente acerca del patrimonio industrial harinero en nuestro país, especialmente en la primera mitad del siglo XX a pesar de la gran proliferación de industrias de este ámbito que surgieron en la época. Esto unido a la gran diversidad de maquinaria existente, procedente de diversas casas, muchas de estas ya desaparecidas y a que la mayoría de fábricas no seguían un modelo estándar, sino que se construían ad hoc en base al espacio e infraestructura disponible, hacen del proceso de documentación una labor bastante complicada.

Concluimos también que la planificación inicial del proyecto fue poco realista. Se subestimó el tiempo que conlleva el modelado, iluminación y texturizado de los modelos. Hubiera sido una mejor opción plantear un modelo básico con una lista de opciones ampliables que hubieran ido incorporándose al modelo en función del tiempo empleado. Es cierto que aun así, se ha realizado más trabajo del planteado inicialmente, ya que teníamos interés en no dejar un modelo a medio hacer sino que todos los espacios de la reconstrucción presentasen una coherencia y un cierto grado de completitud. De ahí que se haya optado por texturizar la mitad norte de la planta primera y modelar y texturizar la planta segunda de forma más detallada que la planteada en la propuesta inicial.

Asimismo, para este tipo de proyectos, es importante trabajar con equipos de alto rendimiento, especialmente cuando se trabaja con modelos complejos como los de este proyecto. Si bien, el equipo con que se contaba tiene unas características buenas para el diseño 3D, al tratarse de un modelo con gran cantidad de objetos y texturas el equipo no fuese suficiente. Esto se debe a que conforme se van añadiendo más elementos a la escena, el proceso de renderizado en el visor conlleva mucha carga de trabajo, lo que hace que el ordenador se ralentice y trabajar se haga lento y tedioso. Si a esto le sumamos la adición de texturas al modelo hace que trabajar con el modelo completo en el visor sea imposible. Lo que conlleva a trabajar aislando los elementos de manera individual y dificulta el ajuste de texturas en el visor. Todo esto hace que los avances sean muy lentos y frustrantes para aquel que realiza el proyecto.

A pesar de estos inconvenientes, creemos que el trabajo realizado si bien no ha sido intensivo, sí se ha realizado de forma constante y progresiva, ajustándose al modelo de desarrollo planteado. Se han cumplido los objetivos planteados, tanto de alcance como de calidad y utilidad, incluso rebasando el planteamiento inicial de alcance, logrando un modelo más completo. Se ha obtenido un modelo virtual fiel a la instalación que permite observar y entender la distribución de la maquinaria, e incluso el funcionamiento interno de parte de esta, así como las comunicaciones entre los diferentes elementos. Asimismo se han generado todo el material gráfico planteado con una alta calidad, así como material gráfico complementario que aporta una mayor comprensión de la instalación al espectador.

Consideramos también que debería profundizarse en la relación entre el diseño 3D y la ingeniería informática, siendo un ámbito que generalmente se relega a los profesionales del diseño gráfico, sin embargo creemos que es un campo donde la ingeniería informática tiene

CONCLUSIONES

grandes aportaciones que realizar. Las tecnologías interactivas como la realidad aumentada, las plataformas educativas o las aplicaciones móviles cada vez hacen mayor uso de elementos 3D en sus contenidos. Asimismo, sería ampliamente recomendable establecer modelos de desarrollo desde una perspectiva técnica, orientados al diseño de entornos virtuales al igual que se realizan para el desarrollo de software u otros proyectos técnicos.

Por último creemos que el ámbito de la virtualización del patrimonio cultural se está abriendo camino poco a poco en nuestra sociedad y tiene mucho que aportar. Las herramientas 3D permiten llevar a cabo reconstrucciones e hipótesis reconstructivas con un coste económico muy bajo. Si bien estas tecnologías no deben sustituir a la preservación física del mismo, sí que pueden preservar el conocimiento de las mismas, especialmente en aquellos lugares donde la falta de financiación hace prácticamente imposible la conservación del patrimonio.

Hoy en día las personas pasan gran cantidad de tiempo haciendo uso de ordenadores, dispositivos móviles, etc. La creación de modelos virtuales permite mantener el conocimiento y preservarlo en el tiempo, así como acercar este conocimiento al ciudadano facilitando su divulgación y haciéndole partícipe de la importancia que este posee. Creemos que en este ámbito la ingeniería informática no puede sino que debe realizar grandes aportaciones mediante la creación de entornos virtuales interactivos, aplicaciones de realidad aumentada, videojuegos, visitas virtuales, aplicaciones móviles y cualquier otro nuevo medio que faciliten el conocimiento de nuestra cultura y nuestra historia.

14 LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

En cuanto al futuro del proyecto, son diversas las líneas de trabajo que pueden abordarse ampliando los ámbitos a trabajar. A continuación exponemos las que consideramos deberían ser los principales caminos a seguir en la continuación del proyecto.

- **Reconstrucción íntegra del edificio:** La primera línea a trabajar debe ser la reconstrucción íntegra del edificio. Esto es, completar el modelado de la maquinaria de la planta primera, reconstruyendo el interior de los distintos elementos y reconstruyendo la maquinaria completa de la planta segunda.

En primer lugar sería necesario llevar a cabo un proceso de documentación de la maquinaria a completar/reconstruir. Puesto que el acceso a la planta segunda actualmente es inviable, sería necesario bien arreglar los desperfectos para el acceso, o bien emplear robots para la documentación de la misma. Sería de gran utilidad el uso de drones de pequeño tamaño con posibilidad de grabación en tiempo real y toma de fotografías, de modo que se pudiese documentar el interior de la planta. Actualmente diversas ventanas de esta planta se encuentran abiertas y se podría acceder mediante las mismas así como a través de la propia escalera. Esto permitiría hacer un inventario más detallado de los elementos presentes en esta planta, así como conocer la distribución de las canalizaciones en la misma.

Tras esto, se deberá localizar toda la documentación posible sobre los elementos presentes, especialmente en otras instalaciones harineras de nuestro país, especialmente en aquellas que han sido restauradas o están en proceso de restauración.

Por último se llevará a cabo la reconstrucción al igual que se ha trabajado en este proyecto en las plantas baja y primera, tratando de ser lo más fieles posibles a los elementos y la distribución originales.

Asimismo sería recomendable la adición de elementos que si bien no son imprescindibles, sí aportarían una mayor ambientación al modelo. Nos referimos a elementos auxiliares tales como sacos llenos y vacíos, herramientas, mesas, carteles, rodillos de repuesto, etc.

- **Creación de material gráfico adicional y material didáctico complementario:** Otro de los aspectos a ampliar sería la creación de material gráfico adicional, bien con el modelo completado o bien del modelo actual. Se deberán generar imágenes que muestren detalle o elementos concretos de la fábrica, así como nuevas imágenes anaglíficas bien del resto de cámaras creadas en la escena, o bien de nuevas cámaras creadas.

Asimismo si se cuenta con un equipo adecuado, sería recomendable volver a generar las animaciones, esta vez con una mayor resolución y calidad para su mejor visualización en proyecciones.

También se podrían crear nuevas animaciones de la maquinaria (si esta ha sido completada) o bien animaciones esquemáticas que expliquen paso a paso el proceso de obtención de la harina, mostrando el recorrido del grano a través de los distintos elementos.

LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Del mismo modo, sería recomendable la creación de material didáctico que complementase el material gráfico generado en el presente proyecto. Esto implicaría desde textos explicativos de cada imagen o vídeo, hasta la generación de infografías o presentaciones que permitan al usuario comprender de forma sencilla el completo funcionamiento de la fábrica.

Una buena opción para canalizar todo este material, sería la creación de todos los recursos necesario para el desarrollo de una exposición divulgativa abierta al público sobre la fábrica de harinas y su historia, textos, impresiones, guías, etc.

- **Creación de una plataforma web de interpretación:** Consiste en la creación de una plataforma web que permita al usuario contemplar y comprender la fábrica de forma sencilla y amena. Esta se encontraría dividida en diversas secciones (Historia, Funcionamiento, Maquinaria, etc.) con el fin de estructurar los contenidos y hacerlos intuitivos. Se combinaría el uso del material gráfico generado junto con textos explicativos de cada máquina, e incluso se puede complementar todo ello con visores web 3D como de distintos elementos de la maquinaria individualizada.

Existe además la posibilidad de incluir una visita virtual haciendo uso de las imágenes panorámicas creadas, que permitan al usuario desplazarse por distintos puntos del interior de la fábrica y contemplar en vista de 360 grados la distribución de los elementos.

De este modo la difusión del conocimiento sobre la Fábrica de Harinas Nuestra Señora del Valle sería mucho más amplia y sobre todo mucho más accesible para los usuarios.

- **Creación de entorno virtual interactivo:** Actualmente la mayoría de entornos virtuales 3D tienen una finalidad didáctica, especialmente asociada con el aprendizaje en diferentes disciplinas (plataformas de e-learning, simuladores de vuelo o conducción, etc.).

En este caso se trataría de la creación de un entorno virtual interactivo mediante el uso de motores de render 3D en tiempo real. De este modo el usuario puede desplazarse por el interior del modelo e interactuar con los diferentes elementos abriendo puertas, poniendo en funcionamiento la maquinaria, comprobando el flujo de la harina... como si de un simulador se tratase.

Para ello, y con el fin de evitar una programación desde cero del entorno virtual, sería necesario llevar a cabo la integración del modelo en un motor de renderizado en tiempo real como Unity 3D, Cryengine o bien un modelo basado en alguno de los diversos motores de render 3D existentes para HTML5, lo cual vendrá determinado por la aplicación y plataforma final donde será ejecutado el modelo.

- **Aplicación de realidad aumentada:** Quizás la más compleja de las líneas a trabajar, principalmente por tratarse de una tecnología muy reciente que aún se encuentra en una fase muy temprana de su desarrollo. El concepto es la creación de un visor de realidad aumentada el cual, empleando un dispositivo móvil superpusiese el modelo 3D sobre las imágenes reales con el fin de que el usuario pueda observar cómo era el funcionamiento de la fábrica en su época de funcionamiento.

Si bien, sería interesante actualmente para comprender el estado original del edificio, debido al estado ruinoso de la instalación sería difícil que el usuario pudiese acceder al interior debido a los riesgos que esto entraña. Esta aplicación sería especialmente interesante en el caso de una restauración de la fábrica, o bien una reutilización del

LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

edificio con otros fines donde la maquinaria hubiera sido retirada, permitiendo así comprender dónde se encontraba cada elemento y cómo funcionaban estos.

Este tipo de aplicaciones aun se encuentran poco desarrolladas especialmente en cuanto a difusión del patrimonio se refiere, actualmente el grupo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante está llevando a cabo un proyecto pionero en este ámbito desarrollando una aplicación de realidad aumentada que permite la visualización virtual 3D mediante dispositivos móviles del conjunto de la Termas de la Villa Romana de l'Albir (Patrimonio Virtual).

15 REFERENCIAS

- National Ocean Service. (Enero de 2013). *LIDAR—Light Detection and Ranging—is a remote sensing method used to examine the surface of the Earth*. Obtenido de National Ocean Service: <http://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>
- 3D Arquitectura. (s.f.). Obtenido de <http://www.3darquitectura.info/>
- 3D4 Medical. (s.f.). Obtenido de <http://www.3d4medical.com/>
- AD Creativo. (2009). *Un ejemplo de modelado en 3D*. Obtenido de AD Creativo: <http://anibaldesigns.com/2009/07/29/un-ejemplo-de-modelado-en-3d/>
- Aparicio Resco, P. (2014). *Investigación y virtualización del patrimonio*. Obtenido de <http://pabloaparicioweb.blogspot.com.es/>
- Ararquitectura. (Mayo de 2013). *Molino de agua en Lugo*. Obtenido de Ararquitectura: <http://araraq.blogspot.com.es/>
- arsVirtual. (s.f.). Obtenido de Fundación Telefónica: http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/arsvirtual/
- Autodesk 3ds Max. (2013). *Autodesk*. Obtenido de 3ds Max Help: <http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/>
- Balawat. (s.f.). Obtenido de <http://www.balawat.com/>
- Bekerman, R. (2013). *Making of the museum 60 car show by Jamie Holes*. Obtenido de Ronen Bekerman - Architectural Visualization Blog: <http://www.ronenbekerman.com>
- Broderick, S. (2012). *ARCHAEOLOGICAL 3D RECONSTRUCTION: FINALLYEARPROJECT*. Obtenido de <http://3darchaeologyvisualization.wordpress.com/page/4/>
- Crosby, C. (Julio de 2010). *LiDAR Beginning to Appear in Google Maps Terrain Layer*. Obtenido de Open Topography: <http://opentopo.sdsc.edu/gridsphere/gridsphere?cid=geonlidar&format=ge>
- Díaz Díaz, R., García Martín, F., Peris Sánchez, D., & Villar Moyo, R. (1995). *Arquitectura para la Industria en Castilla-La Mancha*. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha.
- Farfield Technology. (2002). *Reconstructing surfaces from LIDAR data*. Obtenido de Farfield Technology: <http://www.farfieldtechnology.com/casestudies/lidar/>
- Fernández, J., Revilla, J., & San José, J. (2011). *El agua y la fábrica de harinas en torno al canal de castilla en Medina de Rioseco*. Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo. Obtenido de <http://www.patrimoniocultural.jcyl.es/>
- Gedespro 3D. (s.f.). Obtenido de <http://www.gedespro3d.com/arquitectura-3d.html>

<Referencias

- González Sarabia, E. (2012). *Técnicas avanzadas de identificación y reconstrucción de objetos mediante ultrasonidos*. Universidad de Cantabria.
- Guzmán, A. D., & Payne, D. (s.f.). *How To Create 3D Anaglyphs in the GIMP*. Obtenido de About.com Graphics Software: <http://graphicssoft.about.com/od/gimp/ht/3danaglyph.-UkA.htm>
- Mod DB. (2014). *100 Most Popular Engines Today*. Obtenido de Mod DB: <http://www.moddb.com/engines/top>
- Mundos Virtuales.net. (s.f.). Obtenido de <http://www.mundosvirtuales.net/>
- Olguín Carbajal, M., Herrera Lozada, J. C., & Álvarez Cedillo, J. A. (2010). Comparativo de las técnicas de reconstrucción 3D para imágenes médicas. Guanajuato: SINNCO.
- Open Wonderland Foundation. (2014). *About Open Wonderland*. Obtenido de Open Wonderland: <http://openwonderland.org/>
- Patrimonio Virtual. (s.f.). *Patrimonio Virtual*. Obtenido de aplicación de Realidad Aumentada en las Termas Romanas del Albir: <http://www.patrimoniovirtual.com/proyecto-realidadaumentada-albir/>
- Republic of Code. (s.f.). *Republic of Code*. Obtenido de Using UVW Mapping Texture Technique in 3D Studio Max: http://www.republicofcode.com/tutorials/3ds/unwrap_uvw_mapping/
- SEGA. (2014). *Media*. Obtenido de Total War: Rome II: http://www.totalwar.com/en_us/media
- Slick, J. (2014). *List of 3D Software - Full 3D Suites*. Obtenido de About.com 3D: <http://cgi.tutsplus.com/articles/top-15-applications-for-3d-artists--cg-298>
- Triplett, E. (2014). *Photogrammetry*. Obtenido de Edward Triplett: <http://www.edwardtriplett.com/digital-projects/photogrammetry/>
- UC Davis Health System. (2014). *Virtual psychosis environment helps understanding of schizophrenic hallucinations*. Obtenido de UC Davis Health System: http://www.ucdmc.ucdavis.edu/welcome/features/20070404_virtual_psych/
- VFX Portugal. (2009). *3D reconstruction Moinho Maré de Corroios*. Obtenido de VFX Portugal: <http://www.vfxportugal.com>
- Walford, A. (2007). *What is Photogrammetry?* Obtenido de PHOTOGRAMMETRY: <http://www.photogrammetry.com/>

16 GLOSARIO

- **Maquinaria:** Se refiere a todos aquellos elementos que se encargan intervienen en mayor o menor medida en el proceso de elaboración de la harina, tanto en la fase de limpia como en la de molienda. Asimismo se incluyen elementos que si bien no intervienen directamente, contribuyen a este proceso como pueda ser la báscula, el motor o los elevadores de cangilones.
- **Canalizaciones:** Hace referencia a todos aquellos elementos de la fábrica que se encargan de transportar entre distintos puntos de la instalación tanto el grano como la sémola/harina o el polvo en suspensión. No consideramos canalizaciones ni las tolvas de empacado los elevadores de cangilones por emplear estos cierta maquinaria para su cometido por lo que quedan englobados dentro del término maquinaria.
- **Modelado:** Es el proceso de creación mediante un software de edición 3D de los volúmenes correspondientes a un objeto o conjunto de objetos.
- **Texturizado:** Proceso de creación y aplicación de materiales y texturas a las distintas superficies de un objeto con el fin de dotar a este de un aspecto óptimo para el fin planteado.
- **Material:** Un material es un elemento que asignado a un objeto proporciona a este de distintas propiedades físicas a la superficie del mismo tales como reflexión, opacidad, color, etc.
- **Objeto primitivo:** Es un objeto 3D básico que puede ser editado mediante la edición, deformación o adición de sus vértices o aristas, o bien combinado con otros objetos primitivos para formar objetos complejos. Estos objetos suelen ser formas geométricas básicas tales como esferas, cubos, cilindros, conos, etc.
- **Primitiva:** Objeto primitivo.
- **Spline:** Es una línea curva o recta, definida por tres o más vértices, la cual puede ser bidimensional con todos sus vértices en un mismo plano, o 3D si estos están situados en diferentes planos.
- **Editable poly:** Es un objeto complejo con cinco subniveles de objeto, estos son vértices, aristas, contorno, polígonos y elementos. Todos estos subniveles pueden ser editados individualmente. Un objeto Editable poly puede ser creado a partir de otro objeto, sean estos primitivas o splines, o splines extruidas.
- **Loft:** Se trata de un objeto generado a partir de la proyección de una silueta o shape (creada mediante un spline) a lo largo de un recorrido o path (formado por otro objeto tipo spline).
- **Lathe:** Es un objeto 3D cuya geometría se obtiene a partir de la rotación de una spline alrededor de un eje fijo.
- **Final Gather:** es un proceso para aproximar las reflexiones difusas que se producen en el mundo real a la vez que se trata de mantener los tiempos de render lo tan bajos como sea posible mediante el uso de un modelo de cálculo inteligente.
- **Global Illumination:** Se trata de un proceso encargado de obtener una iluminación realista de una escena empleando diversos algoritmos. Estos algoritmos tienen en cuenta no solo la luz proveniente de una fuente de luz directa (iluminación directa), sino también aquellos rayos de luz que rebotan en las distintas superficies presentes en la escena (iluminación indirecta).
- **Diffuse map:** Es aquella textura empleada para definir el color principal de una superficie.

GLOSARIO

- ***Specular map:*** Son aquellas texturas que se utilizan para definir tanto el brillo como la reflectividad de una superficie.
- ***Bump map:*** Es aquella textura destinada a definir el relieve de una superficie, este relieve únicamente se aprecia tras el proceso de renderizado y no durante el de modelado o texturizado, de modo que el objeto sobre el que se aplica mantiene la superficie intacta. Esto permite simular superficies rugosas sin necesidad de modelar estas rugosidades, lo que agiliza en gran medida el proceso de render del elemento.
- ***Showreel:*** Es un video de breve duración destinado a mostrar o promocionar un proyecto o un conjunto de estos. Se emplea habitualmente como video demostrativo del trabajo realizado bien por una persona o por un equipo de trabajo.
- ***Toma:*** Conjunto de fotogramas consecutivos que conforman una animación.
- ***Frame:*** Fotograma. Cada una de las imágenes que conforman una animación.
- ***GI:*** Global Illumination.
- ***FG:*** Final Gather.

ANEXOS

- I. Información sobre la Fábrica de harinas Ntra. Sra. del Valle
- II. Planos de la instalación
- III. Estudio del software
- IV. Imágenes resultantes de las pruebas de iluminación.

ANEXO I: INFORMACIÓN SOBRE LA FÁBRICA DE HARINAS NTRA. SRA. DEL VALLE

16.1 HISTORIA

La Fábrica de Harinas Nuestra Señora del Valle fue inaugurada en 1920 con el fin de responder a la demanda de infraestructuras de molienda en la población de Aldea del Rey. Este tipo de infraestructuras tuvieron un gran auge en todo el territorio nacional, y especialmente en las dos Castillas y Aragón en la década de los años 20, en gran parte debido al desabastecimiento y la demanda de productos de primera necesidad provenientes de Europa, la cual se encontraba completamente destruida después de la Primera Guerra Mundial.



Fig. 185 - Aspecto de la fábrica de harinas en la década de 1920.

El funcionamiento de una infraestructura de dichas dimensiones requería un aporte eléctrico considerable, sin embargo en aquellos años la presencia de red eléctrica en zonas rurales era muy escasa, y en concreto en Aldea del Rey inexistente. Por ello, la fábrica incluyó en un comienzo unos grandes generadores de carbón que proveían a la fábrica de la potencia necesaria para su correcto funcionamiento. Asimismo, puesto que estos motores excedían las necesidades de la infraestructura, se aprovechó el excedente de electricidad generada para suministrar electricidad a la población, principalmente en la función de alumbrado eléctrico.

La maquinaria fue adquirida a la empresa Bühler originaria la localidad suiza de Uzwil, de gran reputación debido al diseño del sistema de limpia y molienda que permitía un mayor aprovechamiento del cereal que los tradicionales molinos de agua y viento, así como una mayor eficiencia en cuanto a tiempos de procesado.

La Fábrica de Harinas Nuestra Señora del Valle fue construida en un inicio por una sociedad limitada, sin embargo la quiebra de la misma a los pocos años de su creación hizo que esta fuese adquirida en su totalidad por uno de los socios fundadores.

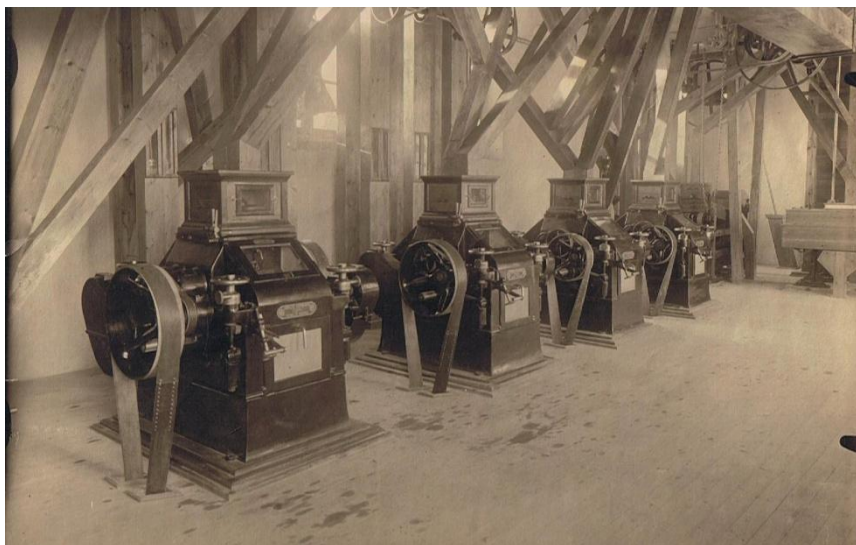


Fig. 186 - Fotografía de los molinos de la primera planta en la década de 1920.

Así pues, comenzó una nueva etapa de relativa estabilidad hasta el estallido de la Guerra Civil Española en 1936, cuando la fábrica fue expropiada y colectivizada por un sindicato anarquista local, el cual la mantuvo en funcionamiento hasta el final de la contienda. De esta época cabe destacar la destrucción del rótulo que presidía la fachada principal, el cual fue empleado como blanco para prácticas de tiro.

En 1939 una vez finalizada la guerra civil, la fábrica es devuelta a su anterior propietario, el cual continua el funcionamiento de la misma con normalidad, debiendo dar cuenta de todas las cantidades producidas de harina y otros productos al Servicio Nacional del Trigo instituido por la dictadura franquista el cual controlaba toda la producción de todos los subproductos cereales en el estado.

Es también tras la guerra civil cuando llega definitivamente el suministro eléctrico a Aldea del Rey, por lo que pasa a prescindirse de los grandes motores de carbón pasando a obtener el suministro eléctrico de la red general.

En 1956 con el fin de optimizar el funcionamiento de la misma se procede a realizar diversos cambios en la maquinaria. Se sustituyen la deschinadora de la primera planta, se sustituye el antiguo plansichter por dos nuevos que incluyen mallas de nylon para el cernido en lugar de seda, mucho más frágil, y por último se incluye la procesadora de salvados, encargada de remoler el salvado para obtener un producto más fino. Toda esta maquinaria es adquirida a la empresa barcelonesa Daverio, actualmente desaparecida. Asimismo se procede a estriar los rodillos internos de los molinos con el fin de obtener una mayor eficiencia en la molienda.

En esta fecha se añade también el muelle de carga situado en la fachada frontal para facilitar la carga y descarga de los camiones de suministro, así como la construcción de la caseta de acceso a la azotea o la adicción de un nuevo silo adyacente a los anteriormente existentes entre otros.



Fig. 187 - Fig. 135 - Aspecto de la fábrica de harinas en la década de 1960. Se puede apreciar el nuevo muelle de carga y la caseta de acceso a la azotea.

En la década de los años 60, se procede a la reforma de los almacenes traseros debido al mal estado de la techumbre de los mismos así como la adición en la fachada frontal de un tejado de chapa que protegiese la entrada de la lluvia y el sol.

En la década de los 70 y los 80 no existen reformas remarcables en la infraestructura, si bien la fábrica se va deteriorando debido a la antigüedad de la maquinaria, además la aparición de instalaciones con mayor capacidad productiva y maquinaria más moderna frenan su competitividad, todo esto, unido a la bajada de los precios debido al desarrollo económico e industrial del país tienen como consecuencia su cierre en 1992 debido a la falta de rentabilidad de la infraestructura.



Fig. 188 - Aspecto actual de la fábrica.

16.2 DESCRIPCIÓN

La Fábrica de Harinas Nuestra Señora del Valle es una instalación industrial situada en el municipio de Aldea del Rey, en la provincia de Ciudad Real.

El complejo se distribuye en torno a dos patios rodeados de diversos edificios de mampostería y ladrillo destinados a diversas funciones al cual se accede por un portalón de madera flanqueado por dos pequeños torreones de ladrillo.

Presidiendo el patio principal se encuentra la fábrica, construida en ladrillo y argamasa, de estilo neomudéjar destaca principalmente su fachada frontal ornamentada mediante relieves de ladrillo característicos de este tipo de arquitectura, la cual estuvo muy extendida en la arquitectura industrial de comienzos del siglo XX.

En el interior de este edificio se encuentra toda la maquinaria destinada al proceso de molienda del cereal. Destaca especialmente la gran cantidad de madera que conforman los diversos elementos, siendo realizadas en esta todas las canalizaciones del cereal y la harina entre las distintas plantas, así como diversa maquinaria tales como la deschinadora, la despuntadora o la tarara entre otras.

En la planta baja se sitúa un motor así sistema de transmisión de la primera planta y los diversos elevadores. También se encuentran aquí las diferentes tolvas destinadas tanto al ensacado de los productos finales como a la recolección de los residuos y desperdicios derivados del proceso de molienda tales como chinás, pequeños fragmentos metálicos, granos de otros vegetales, etc.

En la primera planta, se pueden apreciar los molinos donde se lleva a cabo la molturación del cereal y la sémola en diversas fases. Se encuentran también en esta planta la deschinadora, destinada a separar las pequeñas piedras que pudiese haber en el cereal bruto así como la despuntadora destinada a eliminar el germen del trigo. Destacan también la presencia del motor y sistema de distribución de la segunda planta, así como los silos de espera y empaque.

En la segunda planta se encuentra la maquinaria destinada al cernido de la harina con el fin de separar la harina definitiva de los granos a medio moler, esta está compuesta por dos grandes plansichter y un sator situados en la mitad sur de la planta. En la mitad norte podemos encontrar el recolector de mangas, tres grandes ciclones encargados de separar el polvo de los residuos de harina que pudiese haber en los mismos. Se sitúan también en este espacio un gran par de Triarvejones, la tarara y la noria, tres elementos destinados a la limpia del grano en sus fases iniciales.

Adyacentes a este edificio se encuentran diversos silos y almacenes destinados a la conservación y almacenamiento del cereal y las harinas producidas en la fábrica.

Asimismo, en torno al patio se sitúan otras instalaciones actualmente en desuso tales como oficinas, almacenes, casa de guarda así como una antigua fragua y carpintería las destinadas al mantenimiento de la fábrica.

En el patio interior se sitúan diversos almacenes de cereal, así como una panadería y un edificio de dos plantas, donde la inferior estaba destinada a cuadra y la superior a palomar. Todas estas infraestructuras se encuentran actualmente en ruina debido al derrumbe de los tejados principalmente.

16.3 FUNCIONAMIENTO

El proceso de obtención de la harina implementado por el sistema Bühler estaba dividido en dos fases, la denominada *limpia* donde se limpia y prepara el cereal para su molido, y la *molienda* donde se procedía a triturar el grano y a cernir la sémola obtenida con el fin de separar la harina de subproductos más gruesos.

16.3.1 FASE DE LIMPIA

Al comienzo de esta fase, el cereal es elevado hasta la segunda planta mediante un elevador de cangilones, el cual eleva el grano mediante pequeñas cubetas metálicas adosadas a una cinta continua. Una vez en la segunda planta, el grano entra en la **tarara**, la cual mediante un ventilador elimina la paja y otras impurezas ligeras que pudiesen estar mezcladas con el grano.

A continuación el grano baja hasta la **deschinadora** situada en la primera planta, la cual mediante un movimiento de vaivén separa las posibles piedras y chinás del grano así como pequeñas piezas metálicas mediante unos imanes.

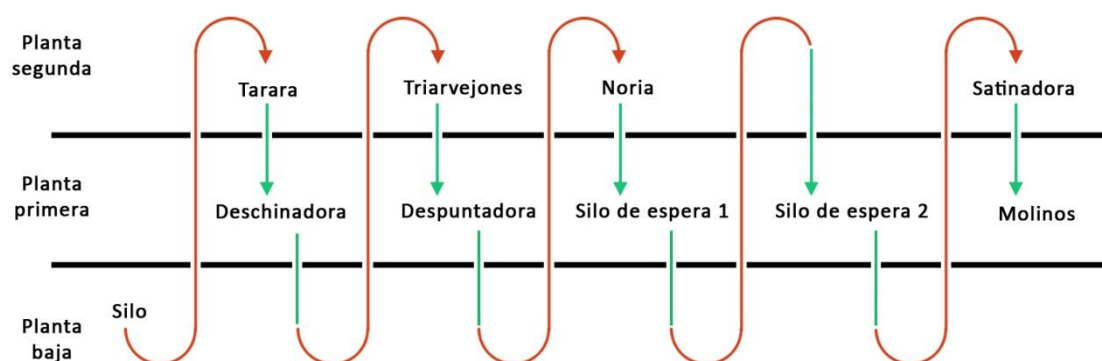


Fig. 189 - Esquema del proceso de limpieza del grano. Las líneas verdes indican transición por gravedad mediante tuberías de madera y las rojas, elevación mecánica mediante elevadores de cangilones.

Tras la **deschinadora**, el grano baja hasta la primera planta donde es elevado de nuevo hasta la segunda planta para entrar en los **triarvejones**, estos se encargan de separar semillas de otras plantas herbáceas que pudiesen encontrarse mezclados con el trigo, principalmente de las neguillas y arvejones, así como otras impurezas como granos partidos o redondos.



Fig. 190 - Fotografía del estado actual de la deschinadora.

Una vez separado el trigo de todas los residuos que no pertenecen al cereal, este baja a la **despuntadora** de la primera planta, donde es raspado y se elimina el germen del trigo para evitar así su germinación en los silos de espera. Tras esto, el cereal es remontado de nuevo hasta la segunda planta donde entra en la **noria**, la cual humedece el trigo con agua para que obtenga así una humedad óptima para el proceso de molienda. Desde aquí el trigo baja a un primer **silo de espera o volteo**, donde reposa un tiempo variable en función de su humedad. Posteriormente el trigo baja de nuevo a la planta baja para ser remontado hasta la segunda planta, donde de nuevo es dejado caer a un segundo silo con el fin de ventilar el trigo, este proceso es conocido como “volteo” el cual dura entre 12 y 24h y tiene como objetivo lograr uniformidad en la humedad del cereal.



Fig. 191 - Vista de la noria (en azul) y la tarara (en el centro).

Una vez el trigo se encuentra en un estado óptimo de humedad, pasa a la última máquina del proceso de limpia que es la **satinadora**, esta se encarga de raspar la superficie del trigo mediante un cilindro con un manto de esmeril para optimizar el proceso de molienda.

Desde la satinadora baja directamente a los molinos, donde comienza la fase de molturación.

Por último mencionar que todos los residuos producidos en la fase de limpia eran separados y canalizados hacia las tolvas de residuos situadas en la planta baja, donde se recogían en sacos y posteriormente eran, en muchos casos, reutilizados por los habitantes de la localidad, por ejemplo las semillas y la paja eran empleadas habitualmente como alimento en los corrales.

16.3.2 FASE DE MOLIENDA

La fase de molienda comienza con la llegada del grano limpio al primer molino. No se trata de una fase lineal como la de limpia, en la cual los elementos pasan de una máquina a otra de forma continua, sino que es una fase cíclica donde la sémola en función de sus características puede pasar una y otra vez por la misma máquina hasta encontrarse en un estado adecuado para su salida del proceso.

Tras un primer prensado, la sémola baja a la primera planta donde es elevada mediante elevadores de cangilones hasta la segunda planta donde se encuentran los **plansichter**.



Fig. 192 - En primer plano un plansichter, detrás el sasor.

Estos se encargan de separar la sémola en función de su grosor mediante un sistema de cernido compuesto por sucesivas capas de mallas finas originalmente de seda y posteriormente sustituidas por nylon debido a su menor coste y mayor durabilidad. La sémola así clasificada es encaminada a diferentes destinos. Estos pueden ser:

- **Molinos:** Si la sémola está limpia y aún necesita trituración, esta es enviada a los diferentes molinos en función del grosor de esta los cuales se encargarán de triturarla de nuevo. Posteriormente bajará hasta la planta baja y serán de nuevo elevada mediante elevadores de cangilones hasta la segunda planta para ser de nuevo clasificada por los plansichters.



Fig. 193 - Vista frontal de uno de los molinos.

- **Sasor:** Se encargan de recibir la sémola impura con el objetivo de limpiarla de posibles elementos extraños que haya podido adquirir en el proceso de molido. Tras esto, baja hasta la primera planta donde es elevada de nuevo hasta la segunda planta para volver a entrar en los plansichter donde es de nuevo clasificada.

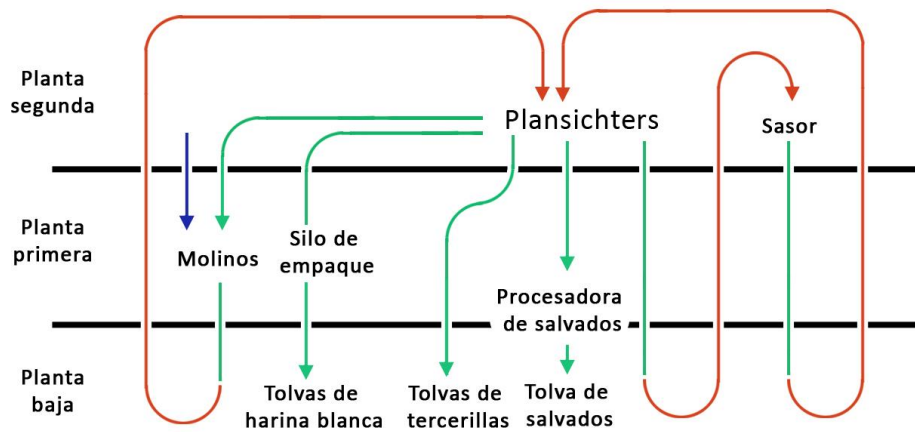


Fig. 194 - Esquema de la fase de molturación del grano. Las líneas verdes indican transición por gravedad mediante tuberías de madera y las rojas elevación mecánica mediante elevadores de cangilones. La flecha azul indica el inicio del proceso.

- **Silo de empaque:** Aquí va destinada la harina blanca más fina, obtenida en las primeras trituraciones. Un medidor de humedad se encarga de mantener la harina en un estado óptimo. Desde el silo de empaque bajará a las **tolvas de empaque** de harina blanca situadas en la planta baja donde se guardará la harina en sacos para su correcto almacenaje.



Fig. 195 - Silos de empaque con el medidor de humedad situado sobre este.

- **Tolvas de tercerillas:** Situadas en la planta baja, a ellas va destinada la harina con un mayor contenido de almidón que ha debido ser triturada un mayor número de veces. Existen cuatro tolvas que separan las tercerillas en diversos subproductos en función de su calidad.



Fig. 196 - Tolvas de empacado. Las dos más anchas de la derecha corresponden con las de harina blanca y las cuatro más delgadas de la derecha las de tercerillas y otros subproductos.

- **Procesadora de salvados:** A esta máquina van destinados los salvados, es decir las capas exteriores del grano (pericarpio y testa) donde es procesado y triturado de nuevo para obtener un salvado más fino y de mayor calidad. Posteriormente este desciende a la tolva de salvado, donde es ensacado.

Además de esta maquinaria existen en la planta primera y la planta baja unas pequeñas máquinas sin mucha relevancia denominadas **desatadoras** que se encargan de “desatar” es decir desmenuzar los grumos o cúmulos que puedan haberse formado en la harina o la sémola.

16.3.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN:

Originalmente los motores de carbón que generaban el movimiento de toda la maquinaria se situaban en el espacio de los almacenes situados al oeste de la fábrica. Mediante. Sin embargo, tras la llegada del suministro eléctrico al pueblo tras la guerra civil, la fábrica pasa a funcionar con dos motores eléctricos situados en la planta baja y la primera planta.

El motor de la planta baja se encarga de hacer rotar mediante un sistema de correas y poleas un eje de transmisión anclado al techo de la planta baja. A este eje están unidas un conjunto de poleas de diverso diámetro. Al rotar, estas poleas hacen girar los molinos situados en la planta primera mediante correas que atraviesan el techo por unos pequeños orificios. Además también ponen en movimiento el sistema de ventilación de los elevadores y una desatadora situada en la planta baja. Con la reforma de 1956 se añade en la parte inferior del eje así como encima de las poleas de los molinos una malla de protección para evitar accidentes en caso de rotura de alguna de las correas.



Fig. 197 - Sistema de transmisión de la planta baja, a la derecha, junto a la puerta se puede observar el motor.

En la planta primera el sistema era similar, existía también un motor adosado a la pared oeste el cual pone en movimiento un sistema de transmisión de dos ejes que proporciona movimiento tanto al mecanismo de los elevadores situado en la segunda planta, como a todas las máquinas del sistema de limpieza del trigo. Un eje más largo que atravesaba la estancia de norte a sur ponía en movimiento todos los elevadores de cangilones, los plansichters, el sasor, la tarara, el recolector de mangas y la noria. Mientras que otro eje más corto que abarca desde los silos de espera hasta el primer molino hace funcionar los triarvejones, los ciclones, así como la deschinadora, la despuntadora y la satinadora.

La transmisión entre ambos ejes se hacía también mediante correas de modo que todo el movimiento estaba acompasado a la velocidad proporcionada por el motor en cada instante, los distintos diámetros de las poleas eran los encargados de proporcionar mayor o menor velocidad a la maquinaria.

16.3.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN

Aunque en el proceso de fabricación no se producen humos derivados de motores o procesos químicos, sí es necesario un sistema de ventilación debido al fino polvo de harina. Este polvo permanece flotando en el aire y es altamente inflamable, lo cual unido a la gran cantidad de madera con que está construida la maquinaria y las canalizaciones hacían de la fábrica un lugar con un alto riesgo de ignición.

El sistema de ventilación resulta sencillo pero efectivo. En la planta baja todos los elevadores asociados a los molinos están unidos a una cámara de madera con un ventilador en su interior de modo que el polvo más fino es aspirado desde esta y ascendido hasta la segunda planta mediante una gran chimenea metálica. Este mismo sistema está implementado en los **plansichters** y el **sasor** para recolectar de este modo las partículas de harina y polvo en suspensión que puedan derivarse de la caída de la sémola y harina en estas máquinas.

Todo este polvo en suspensión es trasladado hasta un **recolector de mangas**, el cual presenta una serie de mangueras de tela a las cuales se adhieren las partículas de harina, mientras que las partículas más livianas son absorbidas mediante aspiración.



Fig. 198 - Recolector de mangas

El recolector presenta unas abrazaderas que periódicamente comprimen las mangas para que se desprenda la harina, cayendo así por gravedad y siendo puestas de nuevo en el circuito de molienda.

Aquellos elementos han sido aspirados son enviados a un **ciclón**, el cual posee un potente ventilador en su interior que se encarga de separar las partículas en suspensión las cuales son evacuadas por una chimenea hacia el exterior mientras que las partículas más pesadas son descartadas por gravedad hacia las tolvas de residuos de la primera planta.



Fig. 199 - En primer plano, a la derecha, un ciclón. Al fondo se aprecian la forma cilíndrica de los triarvejones.

En la fábrica existen tres ciclones, uno unido al colector de manga. Otro de estos ciclones se encarga de extraer las partículas en suspensión de la tarara y la despuntadora y los triarvejones, mientras que el tercero se encarga de evacuar los elementos provenientes de la deschinadora principalmente.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN

16.4 PLANOS ORIGINALES

A continuación mostramos los planos originales extraídos del libro “Arquitectura para la industria de Castilla –La Mancha” editado por la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha (Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995).

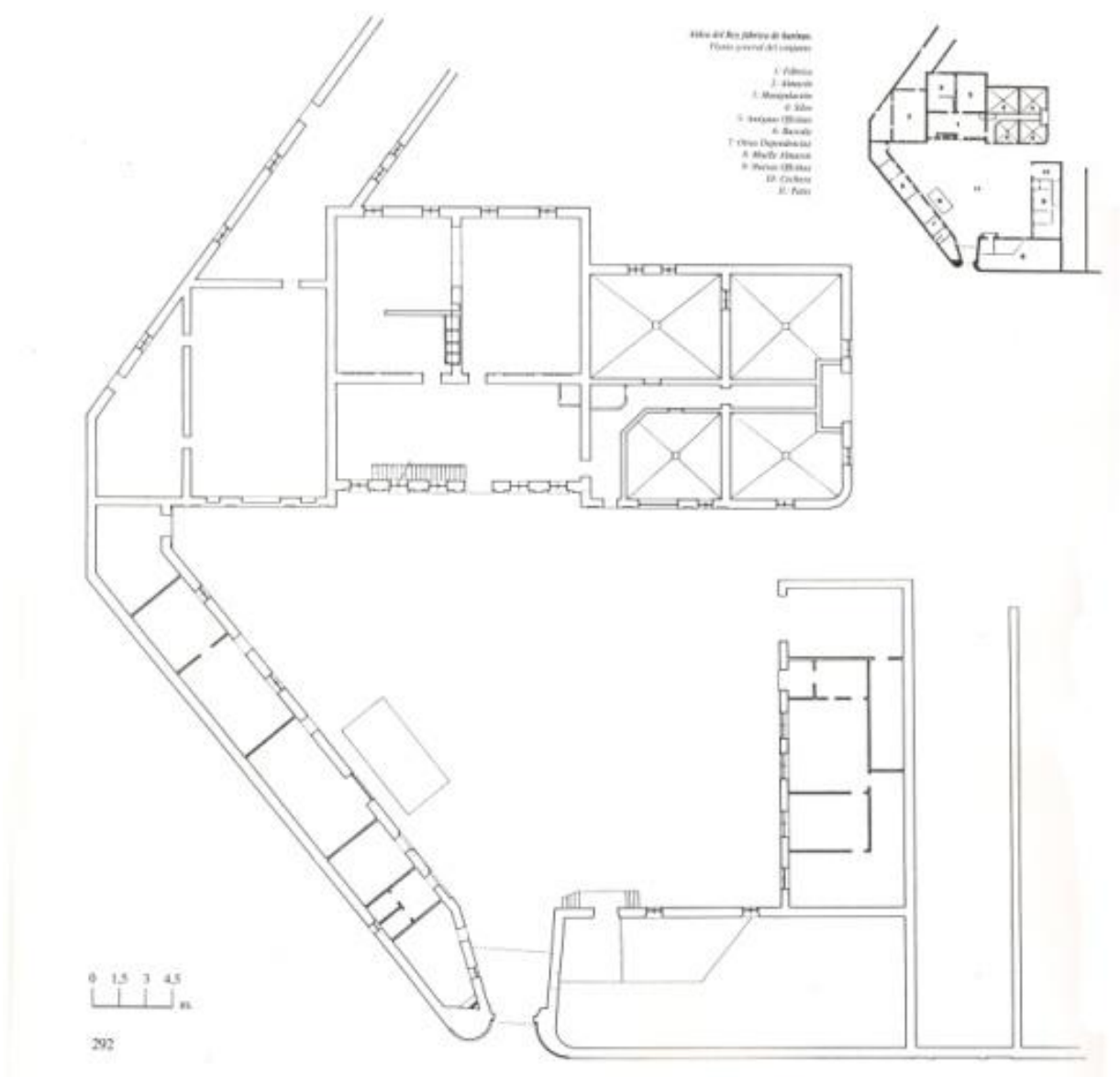


Fig. 200 - Planos originales obtenidos de la página 292.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN

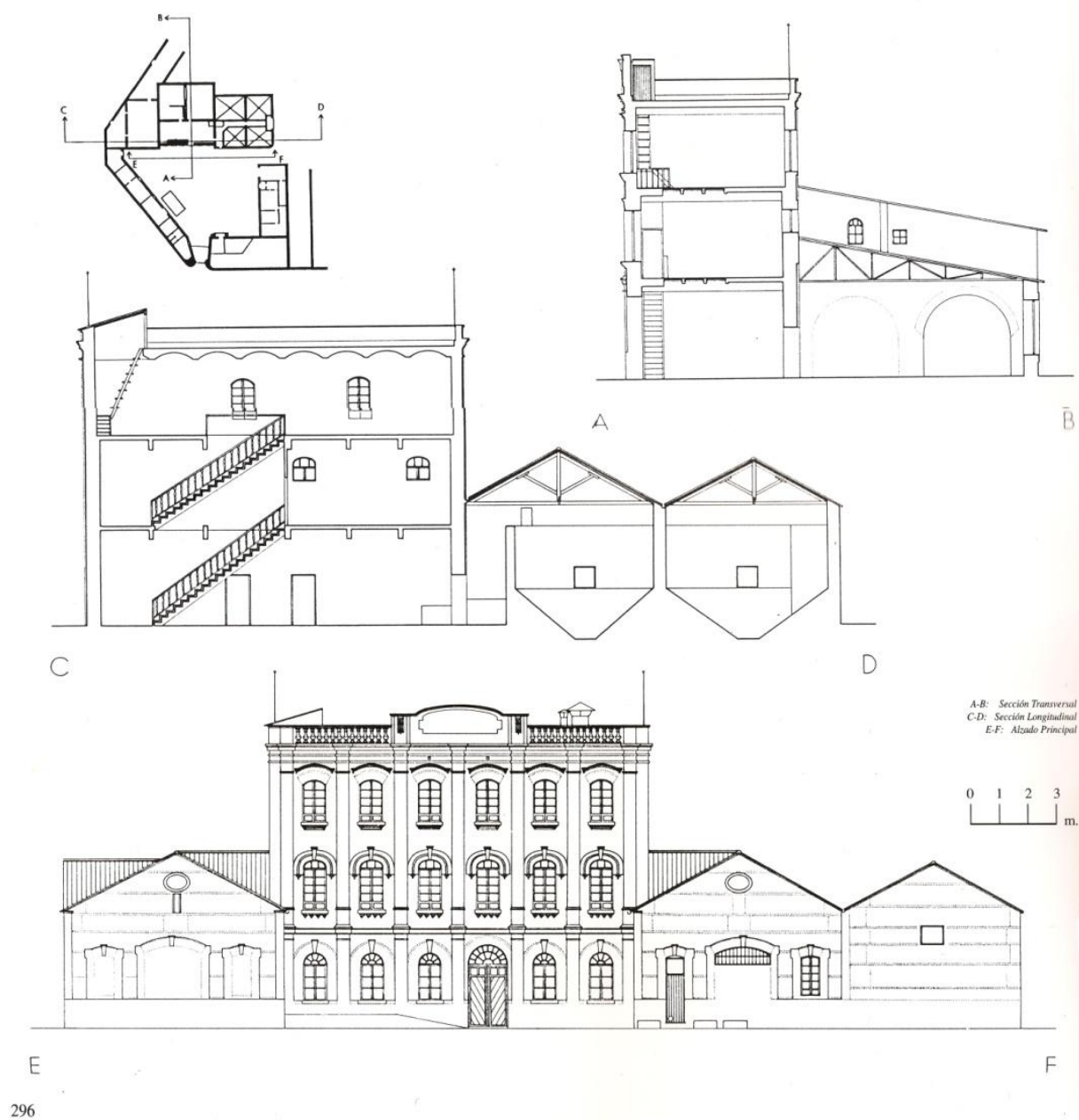
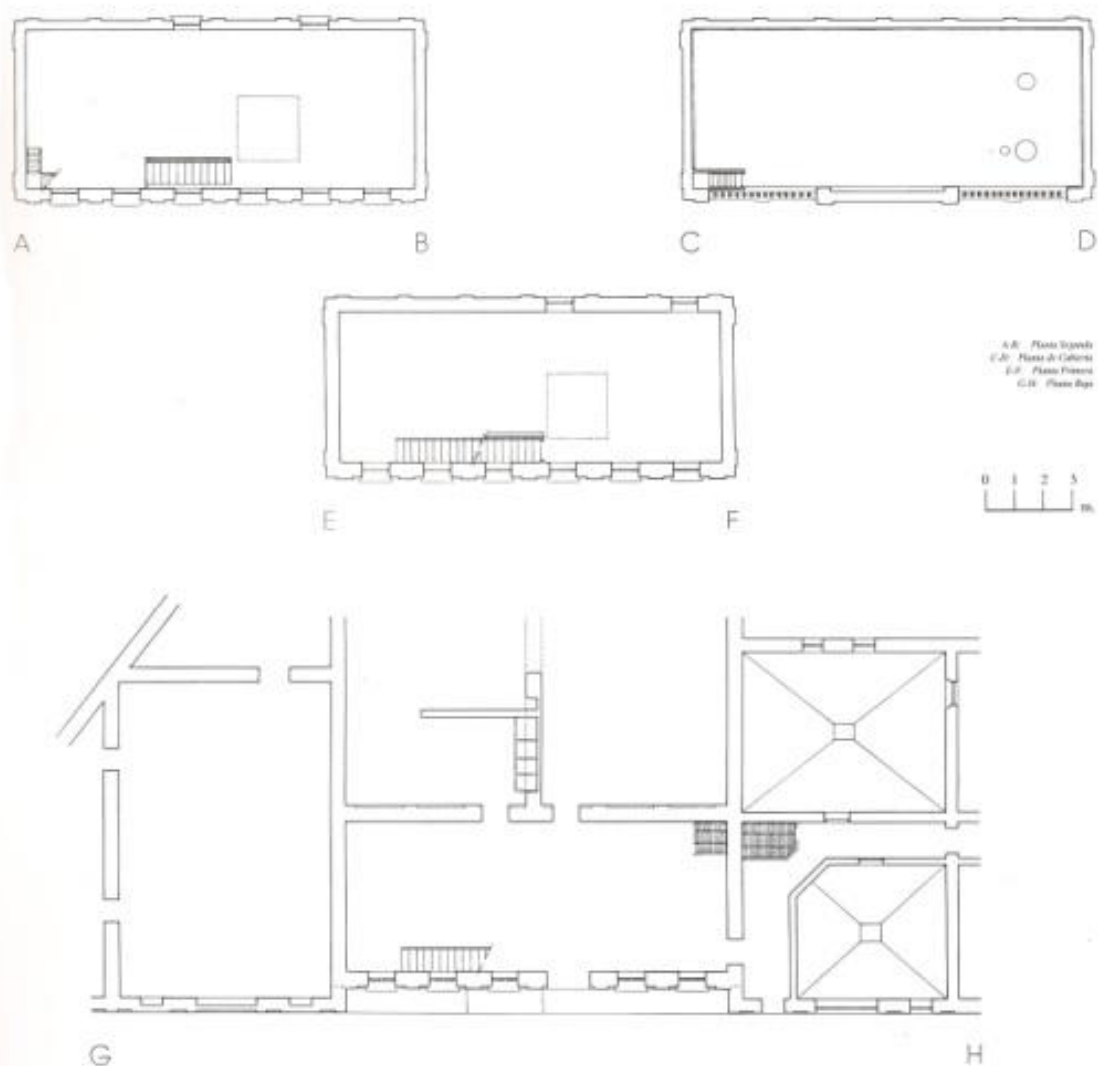


Fig. 201 - Planos originales obtenidos de la página 296.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN



297

Fig. 202 Planos originales obtenidos de la página 297.

16.5 PLANOS EDITADOS

A continuación mostramos los planos editados para su posterior trabajo con ellos tras editar y separar las distintas vistas individualmente y corregir algunos errores detectados.

Imagen extraída del libro "Arquitectura para la industria de Castilla –La Mancha"
editado por la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.
(Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995).

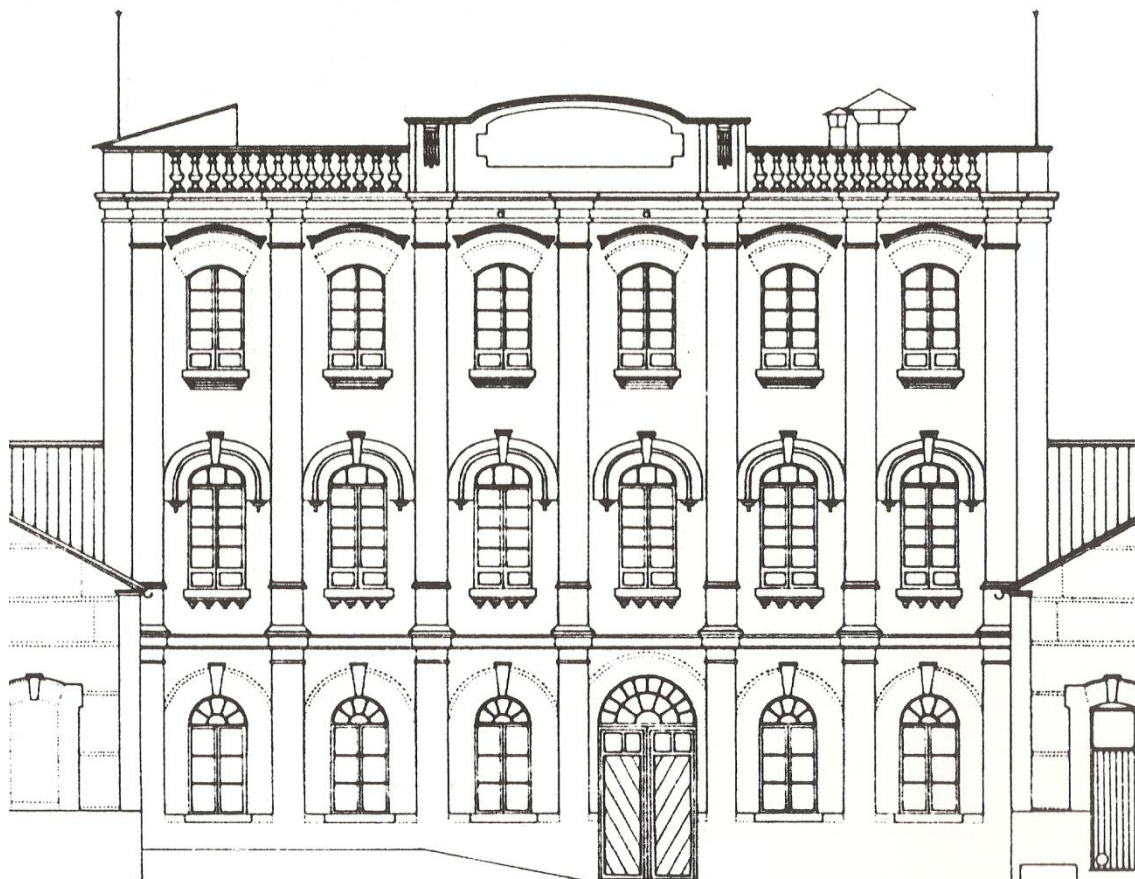


Fig. 203 - Alzado exterior.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN

Imagen extraída del libro "Arquitectura para la industria de Castilla –La Mancha"
editado por la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.
(Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995).

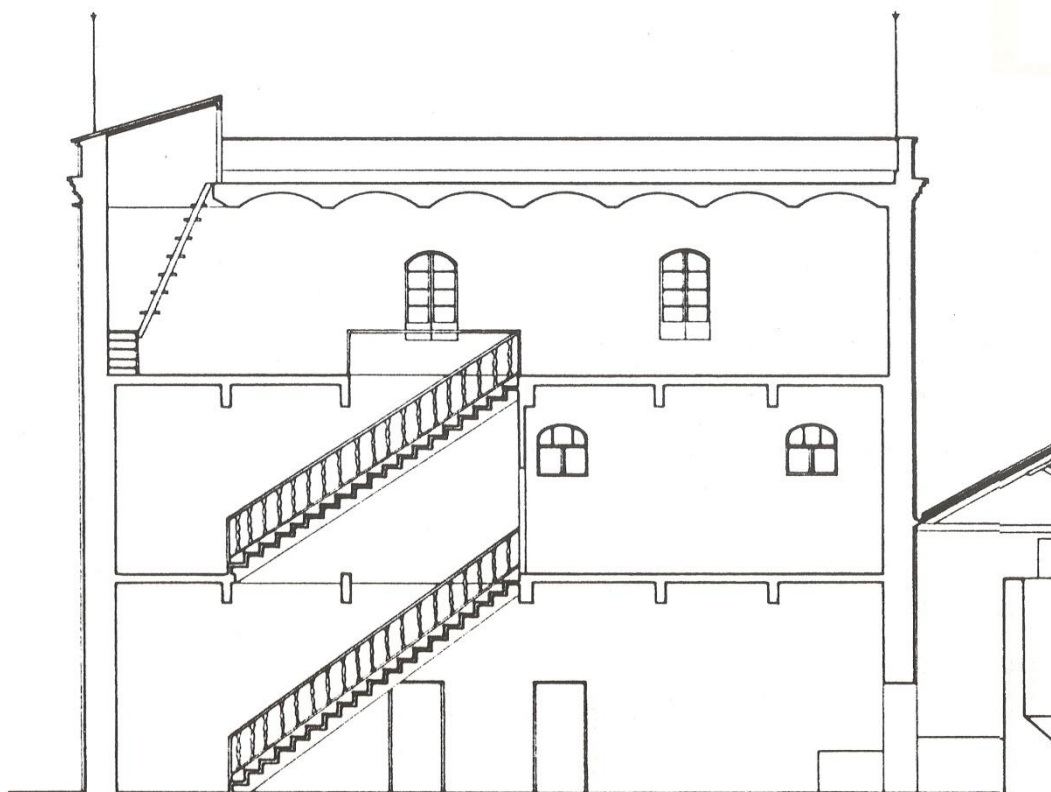


Fig. 204 - Alzado interior.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN

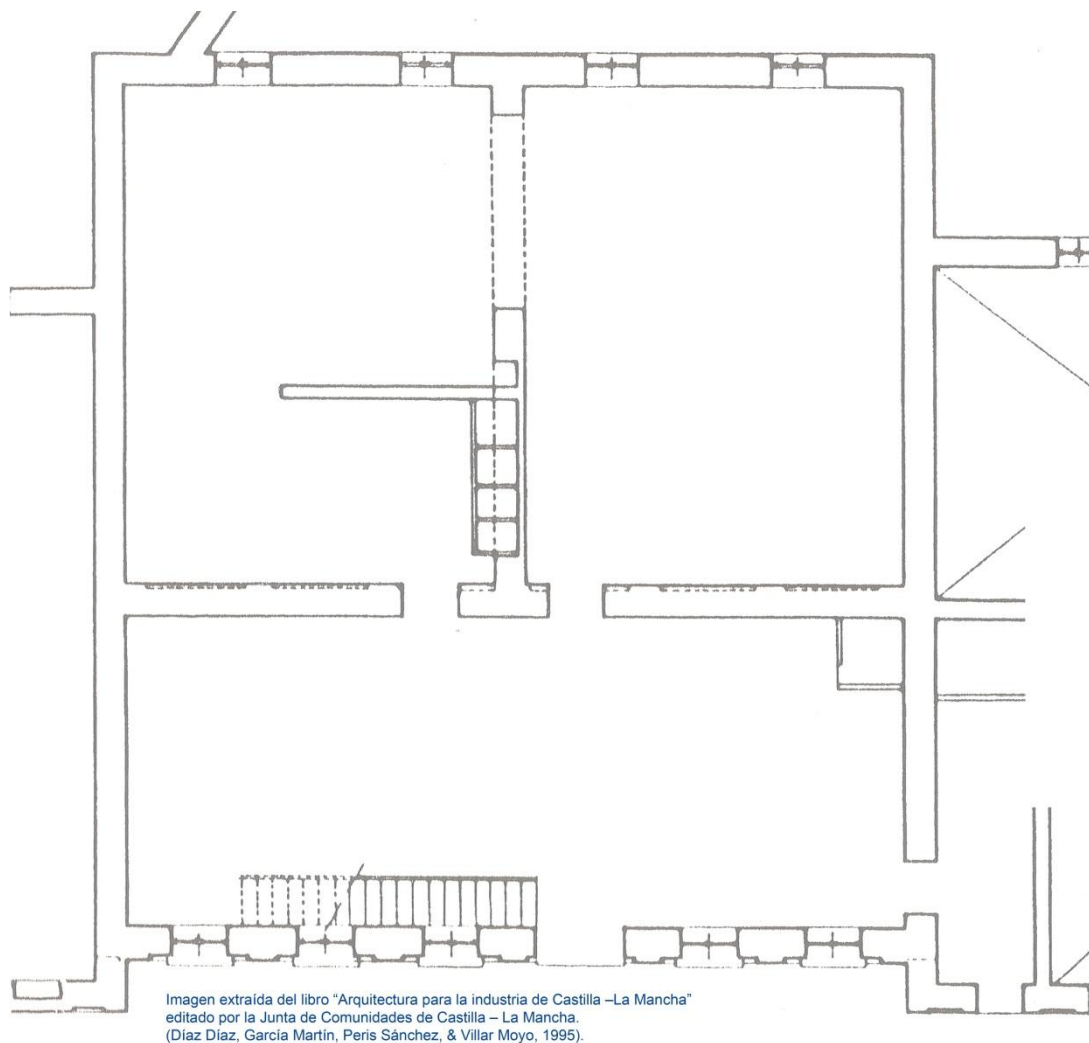


Fig. 205 - Vista de planta de la planta baja.

Imagen extraída del libro "Arquitectura para la industria de Castilla -La Mancha"
editado por la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha.
(Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995).

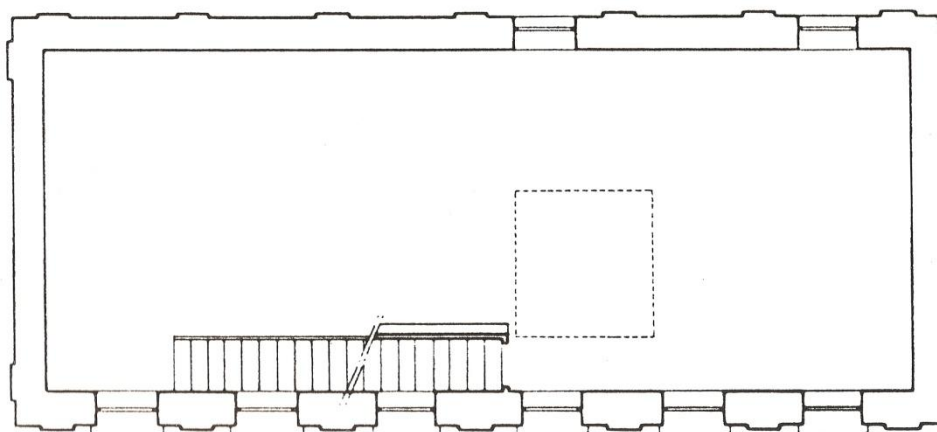


Fig. 206 - Vista de planta de la planta primera.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN

Imagen extraída del libro "Arquitectura para la industria de Castilla –La Mancha"
editado por la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.
(Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995).

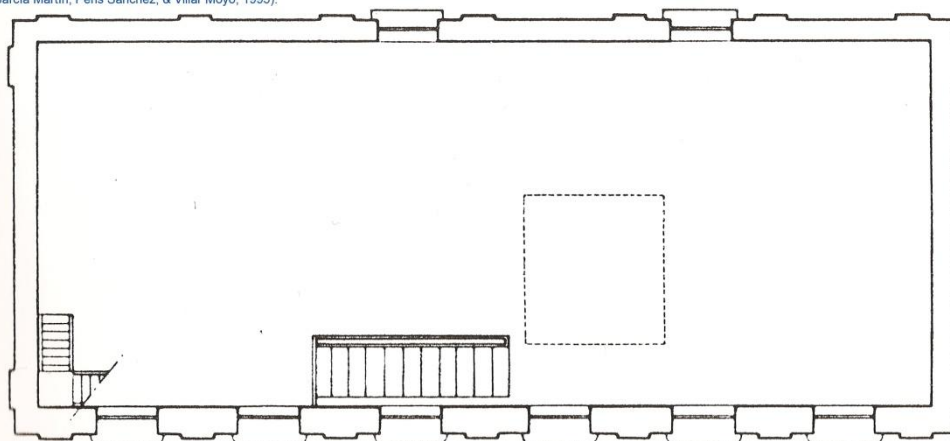


Fig. 207 - Vista de planta de la planta segunda.

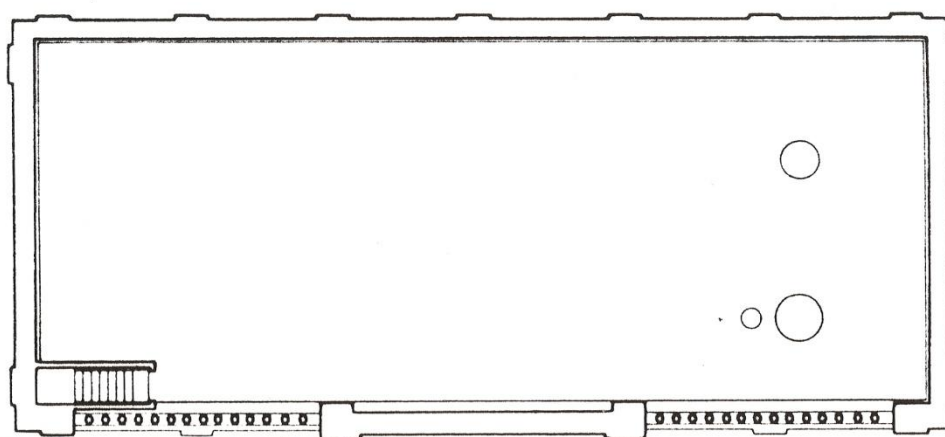


Imagen extraída del libro "Arquitectura para la industria de Castilla –La Mancha"
editado por la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.
(Díaz Díaz, García Martín, Peris Sánchez, & Villar Moyo, 1995).

Fig. 208 - Vista de planta de la azotea.

ANEXO II: PLANOS DE LA INSTALACIÓN

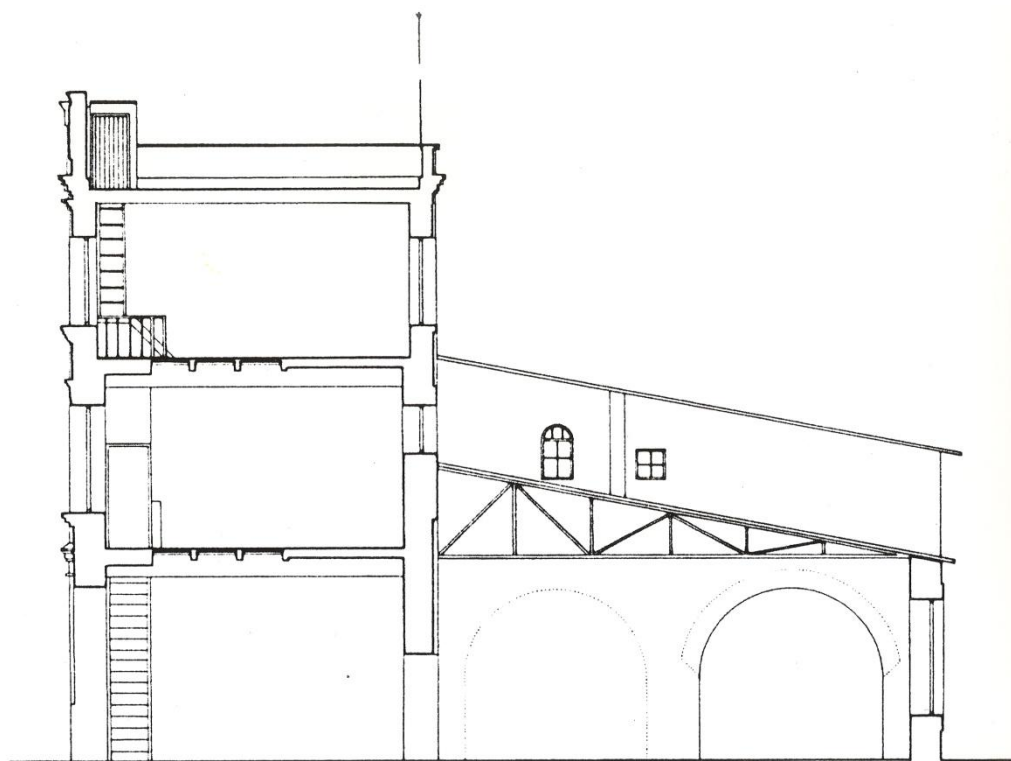


Fig. 209 - Perfil de la fábrica y los almacenes.

ANEXO III: ESTUDIO DEL SOFTWARE EMPLEADO

A continuación procedemos a presentar las diversas herramientas que nos ofrecen la posibilidad de llevar a cabo nuestro proyecto. En primer lugar procederemos a describir brevemente cada una de las herramientas susceptibles de ser utilizadas para llevar a cabo las diversas tareas agrupadas según estas y por último procederemos a justificar la elección de las herramientas seleccionadas para llevar a cabo el proyecto.

16.6 DISEÑO 3D

16.6.1 AUTODESK 3D STUDIO MAX



Autodesk 3ds MAX es una herramienta orientada al diseño 3D muy extendida especialmente para el diseño de videojuegos, así como en menor medida para cine y televisión. La gran difusión de esta herramienta permite que exista gran cantidad de documentación tanto en formato físico como online. Además tiene una base muy sólida de plugins que permiten ampliar su funcionalidad a entornos más específicos. Si bien es un software privativo, posee una licencia orientada a la comunidad educativa que permite el empleo de dicho software para el aprendizaje y desarrollo de trabajos dentro del ámbito educativo sin ánimo de lucro. Su interfaz resulta muy intuitiva y sencilla de manejar pero no por ello deja de tener un gran potencial.

16.6.2 BLENDER



Es un sistema relativamente joven, multiplataforma orientado a la creación de gráficos y animaciones en 3D. Cada vez se emplea en mayor medida en el mundo de la animación 3D, especialmente en el cine donde ya se han realizado algunas películas íntegramente mediante esta herramienta. Se encuentra bajo la **Licencia Pública General de GNU**, lo cual permite su utilización libremente para cualquier propósito, además de permitir a los desarrolladores acceder al propio código fuente para mejorarlo o modificarlo.

Si bien cada vez avanza más en su implantación en el mercado, no se encuentra tan extendido y por tanto la documentación y las publicaciones sobre el mismo son menores que otros software bajo licencia privativa. Asimismo su interfaz resulta menos intuitiva que la de otros programas por lo que posee una curva de aprendizaje inicial mayor.

16.6.3 AUTODESK MAYA



Junto con 3ds Max es el programa más difundido para la creación de gráficos 3D. Antiguamente competían por ser el principal software de diseño 3D, pero tras la compra de Maya por parte de Autodesk esta rivalidad ha desaparecido. Actualmente las preferencias por uno u otro software dependen en gran medida de las preferencias del diseñador y su formación previa, aunque por lo general el enfoque de Maya tiende más hacia el diseño de gráficos 3D para el mercado cinematográfico. Sí cabe mencionar que en Maya

ANEXO III: ESTUDIO DEL SOFTWARE EMPLEADO

resulta más compleja la animación de personajes bípedos que implementa 3d MAX. La interfaz resulta ligeramente menos intuitiva y la documentación es algo menor para Maya, si bien sigue siendo más que suficiente para el proyecto que deseamos abordar. Al igual que 3ds Max se encuentra bajo licencia privativa, pero al pertenecer a Autodesk también dispone de una licencia especial gratuita para la comunidad educativa.

16.7 DISEÑO 2D

16.7.1 PHOTOSHOP



Actualmente el programa de diseño 2D más extendido a nivel mundial en sus diferentes ediciones. Aunque originalmente fue diseñado para la postproducción fotográfica, hoy en día se ha convertido en una herramienta multidisciplinar empleada tanto por fotógrafos como por diseñadores y dibujantes debido a su gran versatilidad y potencia. Además posee gran cantidad de plugins que permiten su integración con distintos formatos gráficos así como con software y aplicaciones 3D. El principal inconveniente se centra en ser un software privativo, para el cual no existe ningún tipo de licencia gratuita, aunque sí posee descuentos para licencias orientadas a la comunidad universitaria y estudiantil. Existe gran cantidad de documentación, tutoriales y publicaciones acerca de esta herramienta que permiten un fácil y rápido aprendizaje.

16.7.2 GIMP



Herramienta relativamente joven que se está abriendo paso rápidamente en el mundo del diseño en dos dimensiones. Ofrece una gran cantidad de funcionalidades, acercándose mucho a las posibilidades Photoshop, si bien no logra alcanzarlo para tareas complejas. Por otra parte las posibilidades de edición y manipulación de textos son muy limitadas. Además, al no tener tanta implantación en el mercado, posee mucha menos información y manuales de referencia en los que basarse para trabajar con ella. Si bien en un comienzo puede resultar algo menos intuitiva que Photoshop, la curva de aprendizaje no resulta demasiado fuerte para comenzar a trabajar con ella. La principal ventaja radica en que al tratarse de software libre, no es necesaria ningún tipo de licencia de pago para su utilización, lo cual está permitiendo su implantación y utilización a nivel profesional de forma muy rápida y en diversos ámbitos.

16.8 SUITES OFIMÁTICAS

16.8.1 MICROSOFT OFFICE 2007



La suite ofimática más extendida y de uso más popularizado en entorno Windows en sus distintas versiones. Posee diversas herramientas tales como procesador de textos, hojas de cálculo, presentaciones de diapositivas... Además en su versión de 2007 cambió la interfaz gráfica, pasando de un funcionamiento mediante menús desplegables de texto

ANEXO III: ESTUDIO DEL SOFTWARE EMPLEADO

a una más sencilla e intuitiva centrada en diversos módulos que ofrecen todas las posibilidades que esta herramienta permite emplear. Fácil y sencillo de manejar, el único inconveniente se centra en que es software privativo para el cual es necesario disponer de una licencia para su uso.

16.8.2 OPENOFFICE / LIBREOFFICE



Las principales alternativas a Microsoft Office, ambas son muy similares entre ellas y es por ello que las agrupamos a ambas bajo este epígrafe. Ambas poseen prácticamente la misma funcionalidad que Microsoft Office, si bien su manejo resulta algo menos intuitivo y ciertamente más complicado a la hora de llevar a cabo procesos más complejos en cuanto a formato o funcionalidades específicas. Además presentan ciertos problemas a la hora de importar/exportar elementos procedentes de Microsoft Office lo que hace que su empleo sea problemático cuando la documentación va a ser abierta con otro software que no sea la propia herramienta. Si bien al ser herramientas con categoría de software libre, su uso es completamente libre y no plantean restricciones en cuanto a finalidad o pago para licencias.

16.9 ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

A continuación procedemos a justificar las herramientas seleccionadas para llevar a cabo nuestro proyecto y los motivos que nos llevan a utilizar cada una de ellas.



Ilustración 2- 3dsMax, GIMP y MS Office son las herramientas escogidas para la realización de nuestro proyecto.

16.9.1 DISEÑO 3D: AUTODESK 3DS MAX

Hemos optado por 3ds Max principalmente por ser una herramienta altamente intuitiva y con gran cantidad de documentación de referencia donde apoyarnos para llevar a cabo tareas más complejas como pueden ser las animaciones. Además poseemos un mayor conocimiento previo en el manejo de esta herramienta, por lo que nos sentimos bastante cómodos en su entorno, pudiendo llevar a cabo de este modo un trabajo más fluido y evitando la curva de aprendizaje inicial. Además, puesto que a pesar de ser software privativo, al existir una licencia de uso para la comunidad educativa, podemos emplear esta herramienta sin problemas para nuestros fines.

16.9.2 DISEÑO 2D: GIMP

Para llevar a cabo las tareas de diseño 2D, principalmente de diseño de texturas, hemos optado por emplear GIMP, ya que la mayoría de texturas serán tomadas mediante fotografías naturales, por lo que no requeriremos un gran procesado o adición de efectos a las mismas. Consideramos

ANEXO III: ESTUDIO DEL SOFTWARE EMPLEADO

que GIMP ofrece una solución suficientemente potente como para llevar a cabo estas tareas sin problema. Si bien aunque el conocimiento de esta herramientas es inferior al de la herramienta Photoshop, la curva de aprendizaje no resulta tan dura y menos aún teniendo en cuenta que tenemos una ligera experiencia previa tanto en el diseño 2D como en el uso de esta herramienta. Además al ser una herramienta de software libre y sin licencia de pago, podemos emplearla libremente sin limitación para nuestro proyecto.

16.9.3 SUITE OFIMÁTICA: MICROSOFT OFFICE 2007

En cuanto a la redacción de la documentación, optamos por Microsoft Office 2007 por ser esta la suite ofimática más extendida en todos los ámbitos y con gran facilidad de manejo. Además se posee una mayor experiencia en el uso de esta herramienta que de las alternativas de software libre planteadas, por lo que la redacción de documentación resultará más fluida y sencilla para el autor. Asimismo aunque se trata de software privativo, tanto la universidad como el autor poseen licencias que permiten su uso, por lo que esto no resulta un inconveniente para el proyecto.

ANEXO IV: IMÁGENES RESULTANTES DE LAS PRUEBAS DE ILUMINACIÓN



Fig. 210 – Imagen EXT1 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Multiplier con un valor de 0.8

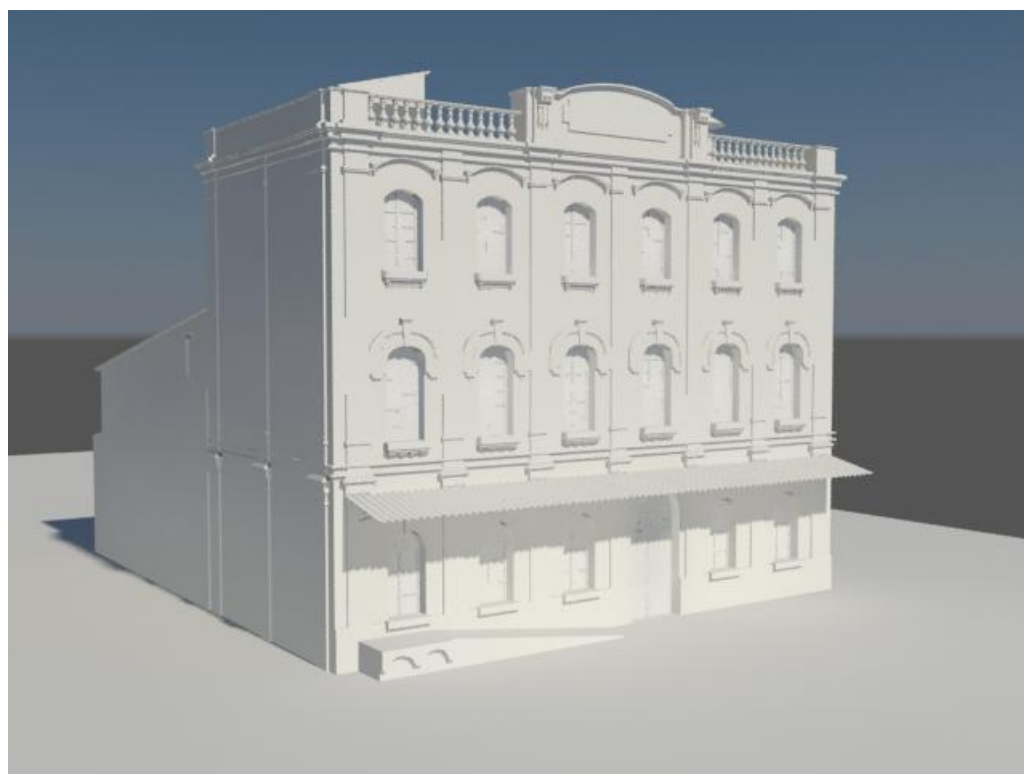


Fig. 211 – Imagen EXT2 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Multiplier con un valor de 1



Fig. 212 – Imagen EXT3 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Multiplier con un valor de 1.2



Fig. 213 – Imagen EXT4 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow softness con un valor de 1.0.



Fig. 214 – Imagen EXT5 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow softness con un valor de 1.5.



Fig. 215 – Imagen EXT6 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow softness con un valor de 2.



Fig. 216 – Imagen EXT7 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow samples con un valor de 4.



Fig. 217 – Imagen EXT8 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow samples con un valor de 8.



Fig. 218 – Imagen EXT9 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow samples con un valor de 16.



Fig. 219 – Imagen EXT10 – Prueba de iluminación con parámetro *daylight* Shadow samples con un valor de 32.



Fig. 220 – Imagen INT1 – Prueba de iluminación con parámetro Multiplier del mr Sky Portal con un valor de 0.5.



Fig. 221 – Imagen INT2 – Prueba de iluminación con parámetro Multiplier del mr Sky Portal con un valor de 1.



Fig. 222 – Imagen INT3 – Prueba de iluminación con parámetro Multiplier del mr Sky Portal con un valor de 1.5.



Fig. 223 – Imagen INT4 – Prueba de iluminación con parámetro From Outdoors del mr Sky Portal activado.



Fig. 224 – Imagen INT5 – Prueba de iluminación con parámetro From Outdoors del mr Sky Portal desactivado.



Fig. 225 – Imagen INT6 – Prueba de iluminación con parámetro Shadow Samples del mr Sky Portal con un valor de 8.



Fig. 226 – Imagen INT7 – Prueba de iluminación con parámetro Shadow Samples del mr Sky Portal con un valor de 16.



Fig. 227 – Imagen INT8 – Prueba de iluminación con parámetro Shadow Samples del mr Sky Portal con un valor de 32.